

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA  
DOUTORADO EM PSICOBIOLOGIA

JOSÉ TICIANO ARRUDA XIMENES DE LIMA

DINÂMICA REPRODUTIVA E PARASITÁRIA DE QUATRO  
ESPÉCIES DE PEIXES DAS ÁGUAS COSTEIRAS  
DO SUDOESTE DO OCEANO ATLÂNTICO, BRASIL



NATAL/RN

Julho, 2008



# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE BIOCÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOBIOLOGIA  
DOUTORADO EM PSICOBIOLOGIA**

**JOSÉ TICIANO ARRUDA XIMENES DE LIMA**

**DINÂMICA REPRODUTIVA E PARASITÁRIA DE QUATRO  
ESPÉCIES DE PEIXES DAS ÁGUAS COSTEIRAS DO SUDOESTE  
DO OCEANO ATLÂNTICO, BRASIL**

**ORIENTADORA: Professora Doutora SATHYABAMA CHELLAPPA**

**CO-ORIENTADOR: Professor Doutor ARRILTON ARAÚJO**

**Tese apresentada à Universidade Federal do Rio  
Grande do Norte como requisito para obtenção do  
Título de Doutor em Psicobiologia**

**NATAL/RN**

**Julho, 2008**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo da publicação na fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede.  
Divisão de Serviços Técnicos.

Lima, José Ticiano Arruda Ximenes de

Dinâmica reprodutiva e parasitária de quatro espécies de peixes das águas costeiras do Sudoeste do Oceano Atlântico, Brasil. / José Ticiano Arruda Ximenes de Lima, Natal: o Autor, 2008.

**p. IX, 149, il. 34.**

Orientadora: Profa. Dra. Sathyabama Chellappa (UFRN) e Co-orientador Prof. Dr. Arrilton Araújo (UFRN) – Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Departamento de Fisiologia. Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia.

1. Reprodução dos peixes – Tese. 2. Ictioparasitismo - Tese. 3. Palombeta, *Choloroscombrus chrysurus* - Tese. 4. Serra, *Scomberomorus brasiliensis* - Tese. 5. Tibiro, *Oligoplites* spp.

RN/UF/BCZM

CDU



**DEFESA DE DOUTORADO**

**Título: “Dinâmica reprodutiva e parasitária de quatro espécies de peixes das águas costeiras do Sudoeste do Oceano Atlântico, Brasil.”**

**Autor: José Ticiano Arruda Ximenes de Lima**

**Data da defesa: 04 de julho de 2008.**

**Banca Examinadora:**



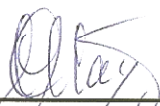
---

**Profa. Sathyabama Chellappa (UFRN)**



---

**Profa. Maria Emilia Yamamoto (UFRN)**



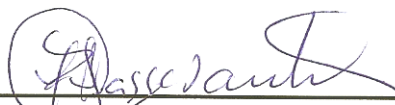
---

**Profa. Ana Célia Rodrigues Athayde (UFCEG)**



---

**Prof. Naithirithi Tiruvenkatachary Chellappa (UFRN)**



---

**Prof. José Zanon de Oliveira Passavante (UFPE)**

**Natal, RN  
2008**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade da vida, que nos permite aprender e sempre progredir.

À minha esposa Keliane, a meus pais Ximenes e Míax, a Marlene, e a meus familiares pelo apoio e incentivo, que muito me fortaleceu nos momentos cruciais dessa pesquisa.

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte e a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia pela oportunidade da realização do Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa e apoio financeiro concedido durante o curso, que facilitou a efetivação da pesquisa e da participação em congressos no Brasil.

A Profa. Sathyabama Chellappa, pela orientação, dedicação, estímulo e acima de tudo pela amizade.

Ao Prof. Arrilton Araújo, pela co-orientação, amizade, por toda a disposição e incentivos durante a pesquisa.

Ao Prof. Naithirithi Chellappa pelo apoio e pela disponibilização de recursos que deram suporte nesta pesquisa.

Aos amigos: Márcia, Emíli, Elizete, Dayse, Gustavo, Paula, Liliane, Sabrina, Nirley, Fabiana, Karen, Patrícia, Socorro, Renato, que acompanharam de perto o desenvolvimento da pesquisa no laboratório de ictiologia.

Aos amigos e demais companheiros do Curso de Pós-graduação em Psicobiologia.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Fisiologia e do Departamento de Oceanografia e Limnologia, CB/UFRN.

Aos funcionários do DOL que contribuíram direta ou indiretamente com a realização deste trabalho, colaborando com a limpeza do laboratório, segurança e a pesquisa bibliográfica.

Ao Departamento de Meteorologia e Recursos Hídricos da UFRN e aos técnicos da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) por contribuírem com a obtenção dos dados pluviométricos referentes à área de estudo.

**SUMÁRIO**

<b>RESUMO</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VIII</b>
<b>RELAÇÃO DE FIGURAS</b>	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b>	<b>01</b>
<b>Referências bibliográficas</b>	<b>07</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS GERAIS</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Área de estudo</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Coleta de dados pluviométricos</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Hospedeiros e parasitos em estudo</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Coleta das amostras</b>	<b>24</b>
<b>3.5 Aspectos reprodutivos, crescimento e fator de condição dos hospedeiros</b>	<b>26</b>
<b>3.6 Identificação e biometria dos parasitos</b>	<b>27</b>
<b>3.7 Índices ecológicos parasitários</b>	<b>27</b>
<b>Referências bibliográficas</b>	<b>28</b>

<b>4. RESULTADOS</b>	<b>31</b>
<b>Artigo 1:</b> Biologia reprodutiva da serra, <i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Osteichthyes: Scombridae), em águas costeiras do Rio Grande do Norte.	<b>32</b>
<b>Artigo 2:</b> Capítulo do Livro: Reproductive biology of <i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Perciformes: Scombridae).	<b>40</b>
<b>Artigo 3</b> Ovarian development and spawning of the Serra Spanish mackerel in the Southwest Atlantic coastal waters	<b>62</b>
<b>Artigo 4:</b> <i>Livoneca redmanni</i> Leach (Isopoda, Cymothoidae) e <i>Rocinela signata</i> Schioedte & Meinert (Isopoda, Aegidae), ectoparasitos de <i>Scomberomorus brasiliensis</i> Collette, Russo & Zavala-Camin (Osteichthyes, Scombridae) no Rio Grande do Norte, Brasil.	<b>73</b>
<b>Artigo 5:</b> Tendências evolutivas do parasito isópodo <i>Livoneca redmanni</i> Leach (Isopoda, Cymothoidae) em dois hospedeiros peixes marinhos	<b>79</b>
<b>Artigo 6:</b> <i>Cymothoa spinipalpa</i> sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) a buccal cavity parasite of the marine fish, <i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider) (Osteichthyes: Carangidae) of Rio Grande do Norte State, Brazil.	<b>92</b>
<b>Artigo 7:</b> Occurrence of <i>Cymothoa spinipalpa</i> (Isopoda: Cymothoidae) and reproductive aspects of the marine host fish <i>Oligoplites palometa</i> (Osteichthyes: Carangidae)	<b>101</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>117</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>120</b>

## RESUMO

O presente trabalho investigou a dinâmica reprodutiva e parasitária de quatro espécies de peixes marinhos: serra, *Scomberomorus brasiliensis*, tibiros, *Oligoplites saurus* e *O. palometa* e palombeta, *Chloroscombrus chrysurus*, durante os meses de agosto de 2005 a julho de 2007, nas águas costeiras do Sudoeste do Oceano Atlântico, Brasil. Os peixes foram medidos, pesados, dissecados, as gônadas pesadas e examinadas para separação do sexo. Foram avaliados o índice gonadossômica (IGS), fecundidade, tipo e época de desova e a caracterização macro e microscópica do desenvolvimento das gônadas dos peixes. Os ectoparasitos da câmara branquial e cavidade bucal dos peixes foram coletados, medidos, pesados e identificados. A proporção sexual dos peixes estudados foram aproximadamente 1M:1F, enquanto ocorreu um predomínio de machos de *O. palometa* (3:2). Os peixes apresentaram IGS variando de acordo com seu ciclo reprodutivo e seu estágio de maturação gonadal. Os maiores valores de IGS e a época reprodutiva coincidiram com período das chuvas da região. As fêmeas apresentaram desova total e fecundidade com correlação positiva para o peso das gônadas e do corpo. Quatro estádios de desenvolvimento das gônadas foram identificados macroscopicamente: imaturo, em maturação, maduros e esgotados, e os estudos microscópicos mostraram o desenvolvimento ovocitário dentro de cada estágio. Três espécies de parasitos isópodos foram identificadas nas quatro espécies de peixes: *Livoneca redmanni*, *Rocinela signata* e *Cimothoa spinipalpa*. As primeiras duas espécies ocorreram na cavidade branquial de *C. chrysurus* e *S. brasiliensis*. Parasitismo por isopodo *C. spinipalpa*, (uma espécie nova) foi registrado na cavidade bucal de *O. saurus* e *O. palometa*. O micro-habitat preferido pelos parasitos isópodos foram à câmara branquial e a cavidade bucal do hospedeiro, áreas mais protegidas. Os isópodos parasitaram os peixes nos estádios imaturo, em maturação e maduros. A prevalência de infecção de isópodos nos hospedeiros variou de 16 a 21%, enquanto que em *O. palometa* foi de 60%. No período das chuvas foi registrada a maior ocorrência de parasitismo por isópodos, porém, o parasitismo não prejudicou o ciclo reprodutivo normal dos hospedeiros.

**Palavras-chave:** *S. brasiliensis*, *O. saurus*, *O. palometa*, *C. chrysurus*, reprodução, desenvolvimento das gônadas, parasitismo por isópodos, índices parasitários.

## ABSTRACT

The present study investigated the reproductive dynamics and parasitism of four species of marine fishes: serra Spanish mackerel, *Scomberomorus brasiliensis*, Atlantic leatherjacks, *Oligoplites saurus* and *O. palometa*, and Atlantic bumper, *C. chrysurus*, during the period of August, 2005 to July, 2007, in the coastal waters of Southwest Atlantic Ocean, Brazil. The collected fish samples were measured, weighed, dissected, the gonads were weighed and examined to separate the sex. The gonadosomatic index (GSI), fecundity, type of spawning, the breeding season, the macro and microscopic characterization of the gonads were determined. The ectoparasites from the branchial chambers and bucal cavity of the fish were collected, measured, weighed and identified. The sex ratio of the study fish species were approximately 1M:1F, however, there was a predominance of males of *O. palometa* (3M:2F). The GSI of fishes varied according to their reproductive cycle and the stage of gonadal maturation. The highest values of GSI and the spawning period coincided with the rainy period of the region. The females presented total spawning and the fecundity was positively correlated with the weight of the ovary and the body. Four stages of development of the gonads immature, maturing, mature and spent were identified macroscopically and histological analyses of ovaries revealed the different phases of oocyte development. Three species of isopod parasites were identified in the study fishes: *Livoneca redmanni*, *Rocinela signata* and *Cimothoa spinipalpa*. The first two species occurred in the branchial cavities of *C. chrysurus* and *S. brasiliensis*. The isopod *C.spinipalpa* (a new species) was registered for the first time in the bucal cavity of *O. saurus* and *O. palometa*. The parasitic isopods preferred the branchial chambers and the bucal cavity of the host fishes as these were protected microhabitats. The isopods parasitized the immature, maturing and mature fishes. The prevalence of infection of isopods in the hosts varied from 16 to 21%, though in *O. palometa* it was 60%. In the rainy period the highest isopod parasitic occurrence was registered, however, this did not prejudice the normal reproductive cycle of the host fish.

**Key Words:** *S. brasiliensis*, *O. saurus*, *O. palometa*, *C. chrysurus*, reproduction, gonadal development, isopod parasites, parasitic indices.

**RELAÇÃO DE FIGURAS**

- Figura 1.** Distribuição da área segundo FAO (2003): Região 03, América do Sul; áreas de captura dos peixes marinhos na subdivisão Natal (1.2) nas águas costeiras do Nordeste do Brasil, Oceano Atlântico Sudoeste. **17**
- Figura 2.** Espécie em estudo serra, *Scomberomorus brasiliensis* e sua distribuição geográfica (pontos vermelhos no mapa). **19**
- Figura 3.** Espécie em estudo tibiuro, *Oligoplites saurus* e sua distribuição geográfica (pontos vermelhos no mapa). **21**
- Figura 4.** Espécie em estudo tibiuro, *Oligoplites palometa* e sua distribuição geográfica (pontos vermelhos no mapa). **22**
- Figura 5.** Espécie em estudo palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* e sua distribuição geográfica (pontos vermelhos no mapa). **23**
- Figura 6.** Atividades de pesca artesanal nas praias de Natal, Rio Grande do Norte. **25**  
a) aparelhos de pesca; b-c) pescadores organizando rede-de-arrasto do tipo tresmalhos em cima da catraia; d) catraia sendo conduzida para pesca; e-f) rede-de-arrasto tracionada por pescadores; g) pescado na rede e h) peixes no cesto.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL





O sucesso alcançado pelos peixes nos mais distintos ambientes é relacionado à dinâmica reprodutiva desenvolvida pelo grupo (Potts & Wootton, 1984; Vazzoler, 1996; Luksenburg & Pedersen, 2002). Os peixes tropicais apresentam uma distribuição uniforme de tamanhos durante as estações de estiagem e chuvosa, com um período de desova prolongado. A proporção entre machos e fêmeas e comprimento da primeira maturação sexual são importantes aspectos da dinâmica reprodutiva dos peixes. Os períodos e locais de desova variam de acordo com a distribuição da espécie e em função do compromisso entre dinâmica do processo reprodutivo e das exigências ambientais (Murua & Motos, 2006).

A reprodução dos peixes é influenciada por várias modificações do ambiente, tais como as variações na pluviosidade, na temperatura, no fotoperíodo, na disponibilidade de alimento e na qualidade da água que inibe ou estimula a reprodução (Araújo & Chellappa, 2002). Em condições desfavoráveis, várias etapas do ciclo reprodutivo podem ser bloqueadas, como gametogênese, maturação de ovócitos e espermatozoides, ovulação e desova (Billard *et al.*, 1981). Assim, para a realização de estudos básicos e aplicados sobre a fisiologia reprodutiva dos peixes, é necessário o conhecimento preliminar de seu habitat natural, o qual está sujeito à ação de grande variação nos fatores ambientais, responsáveis pelo desencadeamento da reprodução da espécie.

A co-ocorrência de organismos de diferentes espécies pode ser considerada como relação de simbiose (benefício um com o outro) num sentido amplo, no entanto, o parasitismo é o modo de vida que apenas o parasito recebe vantagens da relação com o hospedeiro e não deseja a morte de suas vítimas, assim contrastando com o predador. O nível de agressão patogênica do parasito não depende apenas dele, mas também do estado geral de saúde do hospedeiro (Margolis *et al.*, 1982). O parasito se transforma

morfologicamente para possibilitar sua fixação nos micro-habitatos do hospedeiro (Machado *et al.*, 1996).

Os peixes se adaptam ao meio aquático devido à interação com os fatores bióticos e abióticos do ambiente, que podem influenciar nos processos de ajuste entre as espécies interdependentes, como ocorre na relação ecológica do parasito e hospedeiro. A interação entre os parasitos por um hospedeiro resulta numa competição e esta conduta de interação resulta num efeito negativo provocado pelo parasito para o hospedeiro (Prenter *et al.* 2004). O hospedeiro age como reservatório para o parasito, onde o parasito causa alto impacto no hospedeiro definitivo e baixo impacto para o hospedeiro intermediário (Hudson & Greenman, 1998; Morris *et al.* 2004).

Os parasitos são classificados como ectoparasitos e endoparasitos, onde os ectoparasitos ficam aderidos externamente no seu hospedeiro enquanto os endoparasitos vivem no interior do hospedeiro (Möller & Anders, 1986). Entre os peixes parasitados, a maioria possui uma pequena quantidade de parasitos, no entanto, existem casos em que pequenos grupos de hospedeiros possuem uma alta carga parasitária (Zubem, 1997). Nos processos dependentes da densidade populacional dos parasitos há supressão da fecundidade ou sobrevivência do parasito, e alta densidade parasitária influencia na sobrevivência ou fecundidade do hospedeiro, fatos constatados na população da truta ártica *Salvelinus alpinus* (Linnaeus, 1758) (hospedeiro), onde pequenos grupos populacionais albergam uma alta densidade de parasitos cestódeos *Diphyllbothrium ditremum* (Creplin, 1825) (Dobson, 1985).

A distribuição da abundância de populações parasitárias ocorre pela aleatoriedade demográfica e ambiental. Esta aleatoriedade demográfica culmina com a probabilidade do parasito morrer ou com o determinado intervalo de tempo para uma nova infestação, e a aleatoriedade ambiental depende dos fatores ambientais que

determinam os processos de crescimento populacional do parasito. A distribuição dos parasitos no hospedeiro em determinado ponto do tempo será resultante da vida em equilíbrio com o hospedeiro, sobrevivendo a fatores que influenciam na dispersão dos parasitos, tais como: os micro-habitats disponíveis no hospedeiro, a susceptibilidade do hospedeiro a infestação, reprodução direta do parasito dentro do hospedeiro, há habilidade dos hospedeiros em eliminar os parasitos através de uma resposta imunológica (Anderson & Gordon, 1982; Pacala & Dobson, 1988).

Os micros habitats no hospedeiro possuem diferentes suscetibilidades para o parasitismo. As respostas do hospedeiro são específicas para cada tipo de parasito resultando em vulnerabilidades específicas para o parasito (Bauer *et al.*, 2000). O hospedeiro possui micro habitats que são ricos para a alimentação do parasito e alguns micros habitats ofereçam poucos recursos. Quando não existe competição, o parasito que primeiro alcançar o território alimentar fica com o melhor lugar, que lhe proporcionará maior taxa de retomo. O micro habitat pode ser limitado pelo tamanho do espaço físico e/ou número de indivíduos que o ocupam, ou competem. É mais vantajoso parasitar sozinho um recurso pobre do que competir com mais indivíduos por um recurso rico (Krebs & Davies, 1996). A co-ocorrência dos parasitos existe quando duas ou mais espécies de parasitos convivem no mesmo hospedeiro, competindo de forma atenuada por recursos comuns. Normalmente o parasito com maior efeito inibidor eliminará o outro do espaço, ou o próprio ambiente se encarregará de privilegiar a espécie mais competitiva, através da ação climática das chuvas, ou outros fatores tais como: salinidade das águas superficiais, a temperatura, velocidade dos ventos, fases da lua, marés, pH, oxigênio dissolvido e a saturação do oxigênio (Odum, 2001).

A invasão parasitária em um hospedeiro é um fenômeno global que pode ocorrer tanto no ambiente aquático (marinho ou dulcícola) como no terrestre (Kolar & Lodge,

2001; Jenkins, 2003). O ambiente aquático apresenta características tais como, alta capacidade para solubilização de compostos orgânicos e inorgânicos, gradientes verticais e horizontes da luz, temperatura, nutrientes e gases, com alta densidade e viscosidade da água. Esse ambiente facilita a dispersão, reprodução e complementação do ciclo de vida dos organismos parasitos. Dentre os vertebrados aquáticos, os peixes apresentam os maiores índices de infecção causada por parasitos (Thatcher, 1981; Machado *et al.*, 1996).

Os parasitos aquáticos estão distribuídos em sete grupos: protozoa 18%, monogênea 16%, digênea 18%, cestoda 10%, nematoda 7%, acanthocephala 4% e crustácea 27% (Eiras, 1994). Os parasitos dos peixes são classificados em protozoários e metazoários (Barros & Lira, 1998). Os metazoários estão distribuídos em platelmintos (trematódeos e os cestóideos), asquelmintos (helmintos acanthocephalos e os nematóides), anelídeos (hirudíneos-hematófago temporário) e artrópodes. Os artrópodes são redistribuídos em quatro grupos: pentastornídeos, crustáceos copépodos (ergasilídeos), braquiúros e isópodos (Pavanelli *et al.*, 1999).

Os crustáceos isópodos (Ordem Isopoda) fazem parte do principal grupo de parasitos dos peixes (Eiras *et al.*, 2000). Os isópodos medem entre 0,5 a 500,0 mm de comprimento e a análise filogenética dos fósseis deste grupo sugere que existam desde o período Carbonífero da era Paleozóica, com aproximadamente 300 milhões de anos (Brusca & Wilson, 1991). Na América do sul foram registradas cerca de 8 gêneros com 17 espécies de isópodos parasitos de peixes em ecossistemas marinhos e 10 gêneros com 25 espécies de isópodos parasitos de peixes dulcícolas (Thatcher, 2002). Três espécies de parasitos isópodos novas nos ecossistemas marinhos foram descritas em Santa Catarina (Thatcher *et al.*, 2003), Pernambuco (Thatcher & Fonseca, 2005) e Rio Grande do Norte (Thatcher *et al.*, 2007).

Dentre os grupos de parasitos, poucos estudos se importam com a relação comportamental do parasito-hospedeiro e o conhecimento dos efeitos que os parasitos produzem no hospedeiro, ambos são fatores de grande importância, pois, são condutas preventivas e reparatórias para as questões ao combate das contaminações zoonóticas (Barros *et al.*, 2002).

Os estudos relacionados com os parasitos do pescado ainda são escassos, principalmente em relação à ictiofauna marinha do nordeste brasileiro, podendo existir uma gama de gêneros ou espécies de parasitos a serem identificados e relatados para o âmbito científico. Aspectos parasitários dos peixes do Rio Grande do Norte foram abordados em alguns trabalhos publicados de Figueiredo *et al.*, (2000) que registraram a ocorrência de altos índices parasitários do ectoparasito *Dolops carvalhoi* (Lemos de Castro, 1949) (Crustácea: Branchiura) no peixe tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivado no Rio Grande do Norte.

Cavalcanti *et al.*, (2003) registraram a ocorrência de ectoparasitos isópodos (Cymothoidae) e copépodos nos peixes marinhos serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) e Palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766). Cavalcanti *et al.*, (2004) registraram a ocorrência de ectoparasitos em peixes marinhos de valor comercial das águas costeiras do Rio Grande do Norte. Os peixes mais parasitados foram o coró, *Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner, 1868) e a tainha, *Mugil curema* (Cuvier & Valenciennes, 1836), seguidos do palombeta, *C. chrysurus*, serra, *S. brasiliensis* e tibi-ro, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801). Cavalcanti *et al.*, (2006a) verificaram a presença de *Lernanthropus rathbuni* (Copepoda: Lernanthropidae) no coró, *Pomadasys corvinaeformis* (Osteichthyes, Haemulidae) em águas costeiras do Rio Grande do Norte. Cavalcanti *et al.*, (2006b) identificaram no *M. curemas* quatro espécies de copépodos (*Ergasilus versicolor*, *E.*

*lizae*, *Caligus bonito* e *Caligus* sp.). Lima *et al.*, (2006) e Araújo (2008) registram a ocorrência de mais de duas espécies de isópodos em diferentes micro-habitatos dos hospedeiros serra, palombeta e tibiuro.

O registro da co-ocorrência de mais de duas espécies de parasitos no mesmo peixe marinho nas águas costeiras do Rio Grande do Norte (Cavalcanti *et al.*, 2005) despertaram o interesse de investigar se o mesmo fato existe em outras espécies de peixes marinhos, o tipo de interação parasito-hospedeiro, competição entre parasitos no mesmo hospedeiro, influencia dos parasitos nos estádios de maturação gonadal dos hospedeiros e a influência dos fatores ambientais.

### **Referências bibliográficas**

Anderson, R. M. & Gordon, D. M. (1982). Processes influencing the distribution of parasite numbers within host populations with special emphasis on parasite-induced host mortalities. *Parasitology*, 85: 373-98.

Araújo, G. S. (2008) Ecologia parasitária de isópodos e biologia reprodutiva em tibiuro, *Oligoplites* spp. (Osteichthyes: Carangidae) das águas costeiras de Natal, Rio Grande do Norte”. Dissertação de Mestrado, PPGCB, UFRN, 97 p.

Araújo, A. & Chellappa, S. (2002). Estratégia Reprodutiva do peixe voador, *Hirundichthys affinis* Gunther (Osteichthyes, Exocoetidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. 19 (3): 691-703.

Barros, G. C. & Lira, A. A. (1998). Ictiozoonoses parasitárias importantes para a saúde pública. Recife: Imprensa Universitária, 6-195p.

Barros, G. C. De., Mendes, E. S. & Santos, F. L. (2002). Patologia dos peixes. *Rev. Cons. Fed. Medicina Veterinária*, Brasília, DF, ano VII, n.26: 44-56.

Bauer, A., Trouve, S., Gregore, A., Bollache, L. & Cezilly, F. (2000). Differential influence of *Pomphorhynchus laevis* (Müller, 1776) (Acanthocephala) on the behaviour

of native and invader gammarid species. *International Journal for Parasitology*. 30, 1453-1457.

Billard, R., Breten, B. & Richard, M. (1981). On the inhibitory effect of some steroids on spermatogenesis in adult rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Can. J. Zool.* **59**, pp. 1479–1487.

Brusca, R. C. & Wilson, G. D. F. (1991). A phylogeny analysis of the Isopoda with some classificatory recommendations. Queensland, Austrália. *Mem. Queensland Mus.* 31:143-204.

Cavalcanti, E. T. S., Lima, J. T. A. X., Chellappa, S. & Pavanelli, G. C. (2003). Ectoparasitas nos peixes marinhos serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Osteichthyes: Scombridae) e palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* (Osteichthyes: Carangidae) do litoral de Ponta Negra, RN. **In: VI Congresso de Ecologia do Brasil, Anais ...**, Fortaleza/CE. Vol. II, Capítulo III p. 266-267.

Cavalcanti, E. T. S., Pavanelli, G. C., Chellappa, S. & Takemoto, R. M. (2004). Ocorrência de *Ergasilus versicolor* e *E. lizae* (Copepoda: Ergasilidae) na tainha, *Mugil curema* (Osteichthyes: Mugilidae) em Ponta Negra, Natal, Rio Grande do Norte.. *Arquivo de Ciências do Mar*, Fortaleza, CE, v. 38, p. 131-134.

Cavalcanti, E. T. S., Pavanelli, G. C., Chellappa, S. & Takemoto, R. M. (2005). Ocorrência de *Ergasilus versicolor* e *E. lizae* (Copepoda: Ergasilidae) na tainha, *Mugil curema* (Osteichthyes: Mugilidae) em Ponta Negra, Natal, Rio Grande do Norte. *Arquivos de Ciências do Mar*, 38, 131-134.

Cavalcanti, E. T. S., Chellappa, S., Pavanelli, G. C. & Takemoto, R. M. (2006a). Registro de ocorrência de *Caligus bonito* e *Caligus* sp. (Copepoda, Caligidae) na tainha, *Mugil curema* (Osteichthyes, Mugilidae) no litoral de Natal, Rio Grande do Norte. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 39, p. 131-133.

Cavalcanti, E. T. S., Chellappa, S., Pavanelli, G. C. & Takemoto, R. M. (2006b). Presença de *Lernanthropus rathbuni* (Copepoda: Lernanthropidae) no coró, *Pomadasys corvinaeformis* (Osteichthyes, Haemulidae) em águas costeiras do Rio Grande do Norte. *Arquivos de Ciências do Mar*, 39, 134 – 137p.

- Chase, J. M. (1999). To grow or to reproduce? The role of life-history plasticity in food web dynamics. *Am. Nat.*, 154: 571-586.
- Dobson, A. P. (1985). The population dynamics of competition between parasites. *Parasitology*, 91: 317-47.
- Eiras, J. C. (1994). Elementos de Ictioparasitologia. Fundação Eng. Antônio de Almeida, 339p.
- Eiras, J. C., Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C. (2000). Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. Editora UEM, Maringá, 171 p.
- Figueiredo, F. V., Silva, A. M. & Chellappa, S. (2000). Relação parasita-hospedeiro entre *Dolops carvalhoi* (Crustacea: Branchiura) e tambaqui, *Colossoma macropomum* (Osteichthyes: Characoidei) no RN. *Revta. Ecol. Aqua. Tropi.*, 10: 101 - 105.
- Hudson, P. & Greenman, J. (1998). Competition mediated by parasites: biological and theoretical progress. *Trends Ecol. Evol.* 13:387-390.
- Jenkins, M. (2003). Prospects for biodiversity. *Science* 302:1175-1177.
- Kolar, C. S. & Lodge, D. M. (2001). Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends Ecol. Evol.* 16 (4) 199-204.
- Krebs, J. R. & Davies, N. B. Introdução à ecologia comportamental. Editora Atheneu. São Paulo. p.420.
- Lima, J. T. A. X. De., Araújo, S. G., Costa, E. F. S., Souza, A. A. & Chellappa, S. (2006). Comportamento de escolha de micro-habitat dos parasitos isópodos nos peixes *Scomberomorus brasiliensis* & *Chloroscombrus chrysurus* nas águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. In: IX Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos, Maceió, Outubro. (ANEXO 1).
- Luksenburg, J. A. & Pedersen, T. (2002). Sexual and geographical variation in life history parameters of the shorthorn sculpin. *Journal of Fish Biology* 61:1453-1464.
- Machado, M. H., Pavanelli, G. C. & Takemoto, R. M. (1996). Introdução ao Estudo dos parasitas dos peixes. Maringá, PR, p.69.



- Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. E. & Schad, G. A. O (1982). Uso de Termos Ecológicos na Parasitologia (Relato de um anúncio hoc Comitê da Sociedade Americana de Parasitologistas). *J. Parasitologia*, 68 (1), 131-133.
- Möller, H. & Anders, K. (1986). Diseases and parasites of marine fishes. Verlag Möller, 365p.
- Morris, R. J., Lewis, O. T. & Godfray, H. C. J. (2004). Experimental evidence for apparent competition in a tropical forest food web. *Nature*, 428, 310-313.
- Murua, H. & Motos, L. (2006). Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *Journal of Fish Biology* 69, 1288-1303.
- Odum, E. P. (2001). Fundamentos de ecologia. 6.ed. Lisboa: Fundação Calouste, 927p.
- Pacala, S. W. & Dobson, A. P. (1988). The relation between the number of parasites/host and host age: population dynamic causes and maximum likelihood estimation. *Parasitology*, 96: 197-210.
- Pavanelli, G. C., Eiras, J. C. & Takemoto, R. M. (1999). Doenças de Peixes, Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento. Editora UEM, Maringá, 264p.
- Pianka, E. R. & Parker, W. S. (1975). Ecology of horned lizards: a review with special reference to *Phrynosoma platyrhinos*. *Copeia* 1975:141-162.
- Potts G. W. & Wootton, R. J. (1984). *Fish reproduction: strategies and tactics*. Academic Press, London. 410 p.
- Prenter, J., Macneil, C., Dick, J. T. A. & Dunn, A. M. (2004). Roles of parasites in animal invasion. *Trends Ecol. Evol.* v19, n7.
- Thatcher, V. E. (1981). Patologia de Peixes da Amazônia brasileira. *Acta Amazônica*, 11(1): 125-140. 1981.
- Thatcher, V. E. (2002). *Anphira guianensis* sp. nv. (Isopoda, Cymothoidae) from the gills of *Acnodon oligacanthus* Eigenmann (Pisces, Serrasalminidae) of French Guiana. *Revista Brasileira de Zoologia*, Paraná, Brasil, v. 19, p. 53-59.

Thatcher, V. E. & Souza-Conceição, J. M. (2003). *Lironeca desterroensis* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the gills of a marine fish, *Cetengraulis edentulus* Cuvier, of Santa Catarina Island, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, PR Brasil, v. 20, n. 2, p. 251-255.

Thatcher, V. E. & Fonseca, F. T. (2005). *Cymothoa recifea* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the mouths of marine fishes of Pernambuco State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, PR. Brasil, v. 22, n. 3, p. 517-523.

Thatcher, V. E., Araújo, G. S. De., Lima, J. T. A. X. & Chellappa, S. (2007). *Cymothoa spinipalpa* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) a buccal cavity parasite of the marine fish, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes: Carangidae) of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, p. 238-245.

Vazzoler, A. E. A. M. (1996). Biologia de reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e Prática. EDUEM, Maringá, p.169.

Wootton, R. J. (1994). Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hall, London. 404p.

Wootton, R. J. (1989). Introduction: strategies and tactics in fish reproduction. In: Fish reproduction: strategies and tactics. Potts G. W. & Wootton, R. J. (eds) Academic Press, London. p1-12.

Zuben, C. J, Von. (1997). Implicações da agregação espacial de parasitas para a dinâmica populacional na interação hospedeiro-parasita. *Rev. Saúde Pública*. v.31 n.5. São Paulo.



## 2. OBJETIVOS





## Objetivo geral

Esta pesquisa teve como objetivo investigar a dinâmica reprodutiva e parasitária de quatro espécies de peixes marinhos: serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) (Osteichthyes Scombridae); tibiros, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801) e *O. palometa* (Cuvier, 1832) (Osteichthyes Carangidae); e palombeta, *Choloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) (Osteichthyes Carangidae) das águas costeiras do Sudoeste do Oceano Atlântico, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

## Objetivos específicos

- Investigar a dinâmica reprodutiva do peixe serra, *S. brasiliensis* das águas costeiras do Rio Grande do Norte;

**Artigo 1:** Biologia reprodutiva da serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Osteichthyes Scombridae), em águas costeiras do Rio Grande do Norte.

Autores: J. T. A. X. Lima., Fonteles Filho, A. A. & Chellappa, S.

**Arquivos de Ciências do Mar**, 40 (1): 24 – 30, 2007.

**Artigo 2:** Capítulo do Livro: Reproductive biology of *Scomberomorus brasiliensis* (Perciformes: Scombridae).

Autores: S. Chellappa., Lima, J. T. A. X., Araújo, A. & N. T. Chellappa.

Nome do livro: **Advances in Fish and Wildlife Ecology and Biology** Vol. 5, 2008. (Ed. B. L. Kaul), Daya Publishing House, Delhi, India.

**Artigo 3:** Ovarian development and spawning of the Serra Spanish mackerel in the Southwest Atlantic coastal waters.

J. T. A. X. Lima., A. Araújo., N. T. Chellappa & S. Chellappa.

Em preparação para a Revista **Fisheries Research**.

- Verificar o parasitismo no peixe marinho serra, *S. brasiliensis* e palombeta, *C. chrysurus*;

**Artigo 4:** *Livoneca redmanni* Leach (Isopoda, Cymothoidae) e *Rocinela signata* Schioedte & Meinert (Isopoda, Aegidae), ectoparasitos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Osteichthyes, Scombridae) no Rio Grande do Norte, Brasil.

Autores: J. T. A. X. Lima., S. Chellappa & V. E. Thatcher.

**Revista Brasileira de Zoologia.** 22 (4): 1104 – 1108, 2005.

**Artigo 5:** Tendências evolutivas do parasito isópodo *Livoneca redmanni* Leach (Isopoda, Cymothoidae) em dois hospedeiros peixes marinhos.

Em preparação para a Revista **Austral Ecology**.

- Verificar o parasitismo no peixe marinho tibi-ro, *O. saurus*;

**Artigo 6:** *Cymothoa spinipalpa* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) a buccal cavity parasite of the marine fish, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes: Carangidae) of Rio Grande do Norte State, Brazil. Autores: Vernon E. Thatcher., Gustavo Soares de Araújo., J. T. A. X. Lima & S. Chellappa.

**Revista Brasileira de Zoologia.** 24 (1): 238 - 245, 2007.

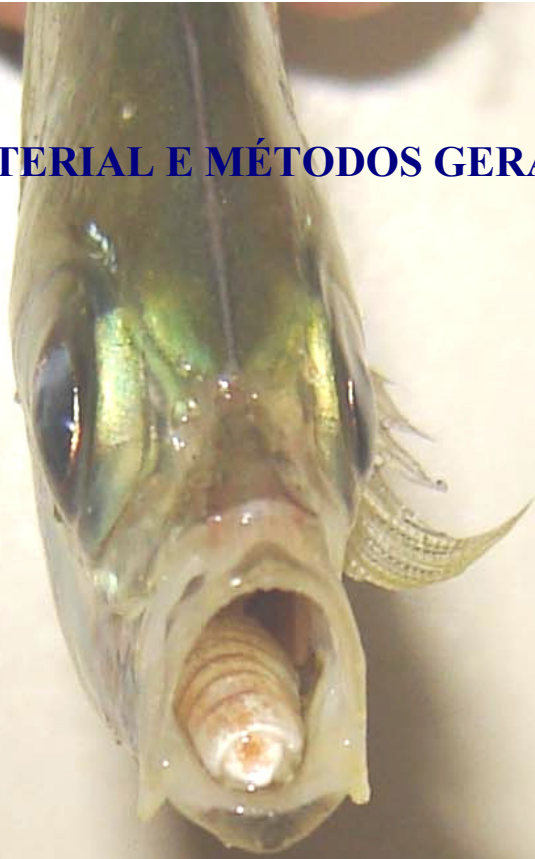
- Investigar a dinâmica reprodutiva e parasitismo no peixe marinho tibi-ro, *O. palometa*;

**Artigo 7:** Occurrence of *Cymothoa spinipalpa* (Isopoda, Cymothoidae) and reproductive aspects of the marine fish *Oligoplites palometa* (Cuvier).

Araújo, G.S., Lima, J.T.A.X., Cavalcanti, E.T.S., Damasceno, D. N.F., Araújo, A. & Chellappa, S.

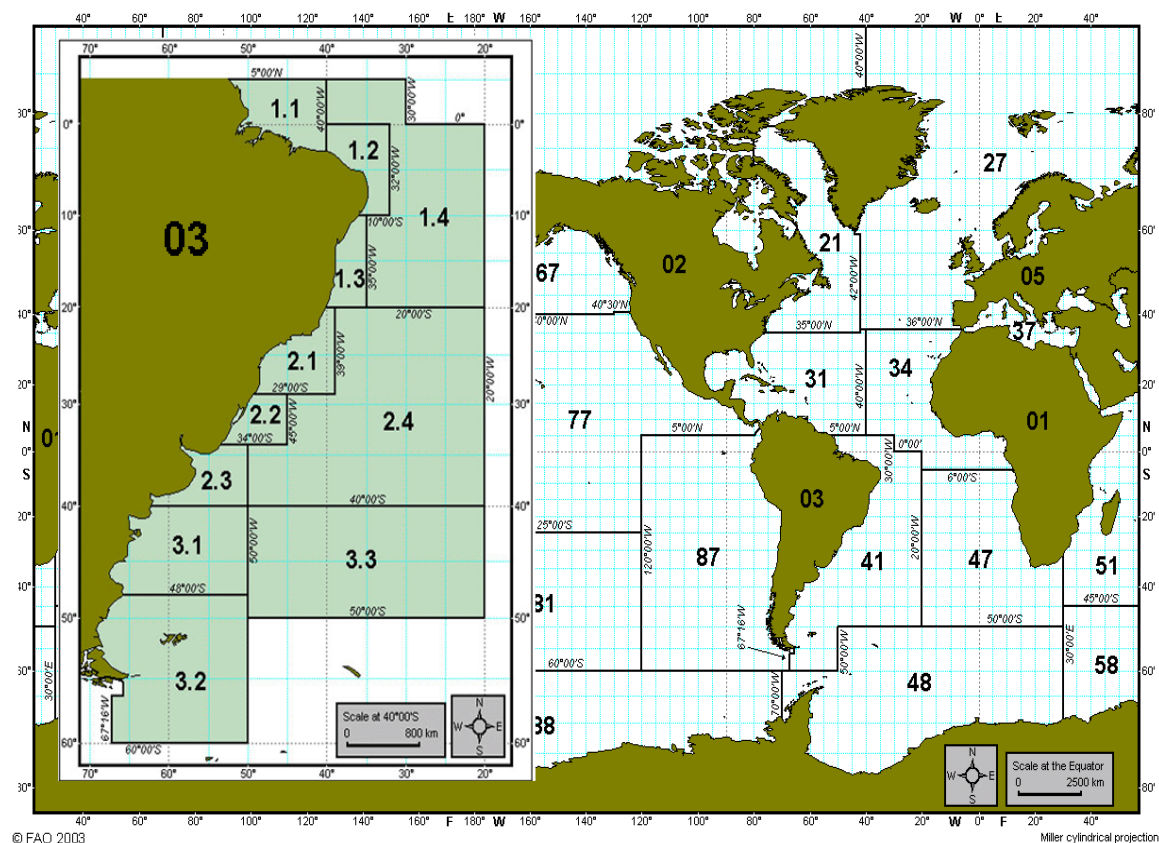
Em preparação para a Revista **Journal Fish Biology**.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS GERAIS**



### 3.1 Área de estudo

Durante o período de agosto de 2005 a julho de 2007, exemplares de peixes marinhos foram mensalmente capturados nas águas costeiras entre latitudes 0°00' e 10°00'S, longitudes 32°00' e 40°00'W no Oceano Atlântico Sudoeste, subdivisão Natal Nordeste do Brasil (1.2) (Fig. 1).



**Figura 1.** Distribuição das áreas segundo FAO (2003): Região 03, América do Sul; áreas de captura dos peixes marinhos na subdivisão Natal (1.2) nas águas costeiras do Nordeste do Brasil, Oceano Atlântico Sudoeste.

### 3.2 Coleta de dados pluviométricos

Para a caracterização do regime pluviométrico e separação dos períodos de estiagem e chuvoso, foram obtidos os dados de precipitação pluviométrica da área de estudo, através do Departamento de Meteorologia e Recursos Hídricos da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A (EMPARN).



### 3.3 Hospedeiros e parasitos em estudo

As espécies de hospedeiros em estudo são os peixes: serra, *Scomberomorus brasiliensis*; tibiros, *Oligoplites palometa* e *O. saurus*; e palombeta, *Choloroscombrus chrysurus*. Todos os quatro peixes estudados são espécies marinhas das águas costeiras capturadas através de arrastões-de-praia.

A serra, *S. brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) (Fig. 2) é uma espécie da família Scombridae, com valor comercial e de interesse para a prática esportiva. São encontrados na maior parte do litoral brasileiro distribuídos entre as Latitudes 20° Norte a 35° Sul, (Carpenter, 2002). *S. brasiliensis* possui escamas pequenos na região lateral constituindo uma tonalidade prateada e apresentam manchas escuras circulares da cor amarelo bronze, com a primeira nadadeira dorsal preta. As manchas formam uma linha dorso lateral de sentido crânio-caudal. Apresentam 17 a 19 espinhas dorsais, 15 a 19 raios moles da nadadeira dorsal e 16 a 20 raios moles da nadadeira anal. A bexiga natatória é ausente (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978; Lima, 2004).

Os tibiros, *O. saurus* (Fig. 3) são peixes costeiros que vivem nas águas rasas das praias arenosas, baías e áreas estuarinas. São encontrados em cardumes, dando saltos para fora da água. Apresentam coloração prateada com a região dorsal azulada e nadadeiras amarelas. O corpo é alongado, relativamente alto e comprimido lateralmente, com focinho estreito e pontiagudo. Os olhos são relativamente pequenos e o final da maxila superior esta prolongado até a margem posterior do olho. A maxila superior possui duas séries distintas de dentes.



100 mm

Posição taxonômica:

Superclasse: Pisces,

Classe: Actinopterygii,

Ordem: Perciformes,

Família: Scombridae,

Gênero: *Scomberomorus*,

Espécie: *Scomberomorus brasiliensis*



**Figura 2.** Espécie em estudo serra, *Scomberomorus brasiliensis* e sua distribuição geográfica (pontos vermelhos no mapa).

As bases da nadadeira anal e da segunda dorsal de *O. saurus* possuem o mesmo tamanho. A primeira nadadeira dorsal apresenta espinhos escuros com membranas claras. A segunda nadadeira dorsal e a nadadeira anal são claras. A linha lateral não apresenta escudos, é levemente arqueada acima da nadadeira peitoral e reta até o pedúnculo caudal (Araújo *et al.*, 2004).

A espécie *O. palometa* (Fig. 4) é encontrada principalmente em águas doces e salobras, e sobre fundos enlameados de águas marinhas costeiras. É um peixe carnívoro que regressa ao mar para reproduzir. *O. palometa* carrega glândulas venenosas em espinhos dorsais e anais. Os jovens apresentam uma coloração castanha escuro quando próximos de algas deterioradas, constituindo um exemplo de mimetismo. Apresenta coloração castanha amarelado quando estão sobre o fundo arenoso colorido e claro. Ficam escuros quando em advertência (Araújo *et al.*, 2004).

Os tibiros, da espécie *O. palometa* apresenta coloração prateada, com a nadadeira caudal com um tom alaranjado. Possui o corpo alongado, alto, bastante afilado na metade posterior e com o focinho pontiagudo. Pré-maxilar com várias séries de dentes viliformes, formando uma faixa, mais larga anteriormente que posteriormente. As nadadeiras peitorais são curtas com uma linha lateral desprovida de escudos (Araújo *et al.*, 2004).

O palombeta, *C. chrysurus* (Fig. 5) pertence à família Carangidae, habita as águas costeiras e está distribuído desde os Estados Unidos da América até a Argentina (Carpenter, 2002). Possui corpo prateado com região dorsal azul-esverdeado e uma mancha negra superiormente no pedúnculo caudal. A sua fenda bucal é posicionada vertical. Corpo apresenta forma oval com o perfil ventral mais convexo que o dorsal. A primeira nadadeira dorsal apresenta 9 espinhos sendo 1 espinho junto a segunda nadadeira dorsal que é composta de 27 raios. A nadadeira anal tem 2 espinhos isolados. Linha lateral sem escudos com algumas escamas na região do pedúnculo caudal (Araújo *et al.*, 2004).



Posição taxonômica:

Superclasse: Pisces,

Classe: Osteichthyes

Ordem: Perciformes

Família: Carangidae

Gênero: *Oligoplites*

Espécie: *Oligoplites saurus*



**Figura 3.** Espécie em estudo tibi-ro, *Oligoplites saurus* e sua distribuição geográfica (pontos vermelhos no mapa).



Posição taxonômica:

Superclasse: Pisces,

Classe: Osteichthyes

Ordem: Perciformes

Família: Carangidae

Gênero: *Oligoplites*

Espécie: *Oligoplites palometa*

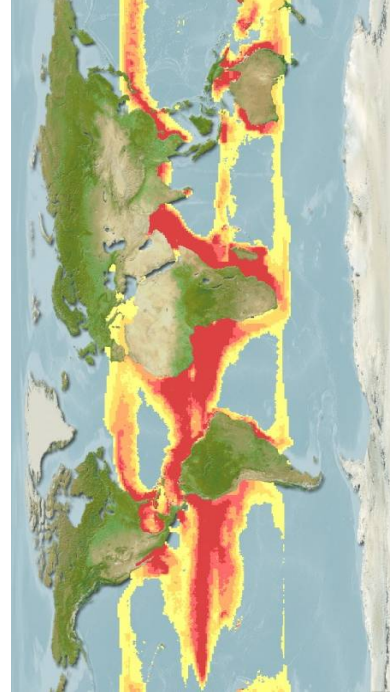
**Figura 4.** Espécie em estudo tibiuro, *Oligoplites palometa* e sua distribuição geográfica (pontos vermelhos no mapa).







100 mm



Posição taxonômica:

Superclasse: Pisces,

Classe: Actinopterygii,

Ordem: Perciformes,

Família: Carangidae,

Gênero: *Chloroscombrus*,

Espécie: *Chloroscombrus chrysurus*

**Figura 5.** Espécie em estudo palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* e sua distribuição geográfica (pontos vermelhos no mapa).

Os parasitos em estudo foram os crustáceos isópodos (Ordem Isopoda) que parasitam os peixes marinhos das águas costeiras. Os crustáceos isópodos medem entre 0,5 a 500,0 mm de comprimento total. Os parasitos isópodos são hematófagos hermafroditos protândricos (jovens isópodos são machos com posterior reversão sexual para fêmeas). Ambos os sexos são encontrados infectando os peixes (Brusca & Wilson, 1991).

Os isópodos jovens nadam ativamente a procura de um hospedeiro para fixação. Sendo pioneiros no micro-habitat, o jovem macho reverte diretamente para fêmea. O segundo jovem que infecta o mesmo hospedeiro se torna macho funcional. A fêmea possui um par de espermateca para armazenar espermatozóides, e a fertilização ocorre internamente. (Thatcher, 2006). Os ovos são transferidos para bolsa de incubação (marsúpio), onde os embriões em desenvolvimento são retidos até se tornarem larvas independentes. As larvas nadam livremente durante 30 a 60 segundos a procura de hospedeiros. Após este tempo ficam imobilizados por perder a atividade natatória, e por algumas horas esperam a aproximação de um hospedeiro ocasional. Os isópodos parasitos são geralmente encontrados no tegumento, nas nadadeiras, cavidade bucal e câmaras branquiais (Thatcher, 2004).

### **3.4 Coleta das amostras**

As coletas dos peixes foram realizadas mensalmente durante o período de agosto de 2005 a Julho de 2007. Os peixes foram capturados com ajuda de pescadores da região. A rede-de-arrastão utilizada pelos pescadores foi do tipo tresmalho, com malha central de 10 mm e extremidades com 70 mm, medindo média de 110 metros de comprimento por 3 metros de altura, confeccionada com mono náilon. A rede foi conduzida por uma catraia, embarcação artesanal sem vela e sem acessórios, e lançada aproximadamente 110 metros de distância da costa em uma profundidade de 5 metros. O arrasto contou com o esforço de 6 a 12 pescadores, que através de dois cabos fixos na extremidade da rede-de-arrastão a tracionaram para a terra. Todo processo, desde a organização da rede até a despesca durou em torno de 1 hora e 30 minutos (Fig. 6).



**Figura 6.** Atividades de pesca artesanal nas praias de Natal, Rio Grande do Norte. a) aparelhos de pesca; b-c) pescadores organizando a rede-de-arrasto do tipo tresmalhos em cima da catraia; d) catraia sendo conduzida para pesca; e-f) rede-de-arrasto tracionada por pescadores; g) pescado na rede e h) peixes no cesto.



Os peixes coletados foram transportados para o laboratório de Ictiologia do DOL (Departamento de Oceanografia e Limnologia) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Todos os peixes foram submetidos à biometria para registrar o peso total (Wg g) e comprimento total (Lt mm). As posições taxonômicas das quatro espécies de peixes foram verificadas e confirmadas com auxílio de chaves de identificação de Carpenter, (2002) e Araújo *et al.*, (2004).

### **3.5 Aspectos reprodutivos, crescimento e fator de condição dos hospedeiros**

**Verificação do sexo e proporção sexual:** A necropsia dos peixes foi realizada através de uma incisão precisa no encontro das musculaturas na região ventral a partir da abertura urogenital, no sentido caudal-crânial. Após a dissecação dos peixes o sexo foi identificado. De cada coleta mensal foi registrado o número de machos e fêmeas a fim de determinar a diferença na proporção sexual.

**Verificação dos estádios de maturação gonadal, análise histológica das gônadas:** As gônadas foram retiradas, pesadas, observadas em relação a seus aspectos macroscópicos. As análises macroscópicas dos estádios de maturação gonadal foram determinadas a fim de caracterizar os estádios das gônadas de acordo com Vazzoler (1996) e Mackie & Lewis (2001). Para a análise histológica, fragmentos (25 mm) das porções cefálica, mediana e caudal de 20 testículos e 30 ovários em diferentes fases de desenvolvimento gonadal foram fixados em solução de Bouin, embebidos em blocos de parafina, seccionados em cortes de 2 a 5  $\mu$ m e corados em lâminas por Hematoxilina-Eosina (HE) (Yoshida, 1964).

As lâminas histológicas foram confeccionadas no Laboratório de Técnicas Histológicas do Hospital Universitário da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e analisadas no Laboratório de Ictiologia, Departamento de Oceanografia e Limnologia, UFRN. As terminologias utilizadas na identificação dos ovócitos foram baseadas nas descrições histológicas de West (1990) e Palmer *et al.*, (1995).

**Verificação do Índice gonadossomático (IGS), fecundidade, tipo e período de desova:** Segundo Wootton *et al.*, 1978, o Índice gonadossomático é a relação percentual entre o peso das gônadas e o peso do corpo do peixe menos o peso das gônadas do peixe; dado pela relação:  $IGS = Wg / Wc \times 100$ , onde: Wg é peso das gônadas (em g) e Wc é peso do corpo menos o peso das gônadas (em g).

Para a determinação da fecundidade (potencial reprodutivo) foram utilizadas 10 fêmeas cujos ovários estavam em estágio maduro. Foi feita uma incisão longitudinal nas gônadas e em seguida colocadas em solução de Gilson. Depois de 3 dias os ovócitos foram liberados do estroma ovariano, foram lavados e colocados e contados utilizando uma placa de Bogorov.

O tipo de desova é o modo como as fêmeas liberam os ovócitos maduros em um período reprodutivo, sendo determinado pela a frequência das desovas dentro do período de reprodução. O período de desova foi determinado através da avaliação dos maiores valores mensais de IGS segundo Vazzoler (1996).

**Tipo de crescimento:** A relação peso/comprimento foi estabelecida através da equação  $Wt = \phi Ls^\theta$ , os dados de peso total (Wt) e comprimento padrão (Ls) foram usados na equação potencial onde;  $\phi$  é o coeficiente fator de condição e  $\theta$  é o coeficiente angular ou coeficiente de crescimento, que permite determinar o tipo de crescimento de cada espécie (Santos, 1978).

**Fator de condição (K):** Foi calculado o fator de condição através da equação  $K=(Wt/Lt^3)100$ . K é o fator de condição de Fulton, Wt é o peso total (g) e Lt é o comprimento total (cm). (Nash *et al.*,2006).

### 3.6 Identificação e biometria dos parasitos

Foram feitas necropsias nos hospedeiros a procura de parasitos seguindo as técnicas sugeridas por Pavanelli, Eiras & Takemoto (1999) e Eiras, Takemoto & Pavanelli (2000). Os parasitos encontrados foram devidamente rotulados (o número do hospedeiro, área de fixação, local e data da coleta), medidos, pesados, fotografados e acondicionados em tubos de ensaio com álcool a 70%. Os parasitos foram identificados com chaves taxonômicas apropriadas e confirmados com o Professor Dr. Vernon Thatcher da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

### 3.7 Índices ecológicos parasitários

Os índices ecológicos parasitários foram calculados e expressos conforme Margolis *et al.*, (1982), Bush *et al.*, (1997) e Pavanelli & Takemoto (2000).

**Prevalência** foi determinada utilizando a relação percentual entre o número de hospedeiros infectados com um ou mais indivíduos de um grupo taxonômico (espécie de parasito em particular) e o número de hospedeiros examinados para aquela espécie de parasito, dado pela relação:

$$\text{Prevalência} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de hospedeiros infectados}}{\text{n}^\circ \text{ de hospedeiros examinados}} \times 100$$

**Intensidade média** foi determinada utilizando a relação entre o número de parasitos de um grupo taxonômico (espécie de parasito em particular) e o número de hospedeiros infectados com aquela espécie de parasito, dado pela relação:

$$\text{Intensidade média} = \frac{\text{n}^\circ \text{ total de parasitos}}{\text{n}^\circ \text{ de hospedeiros infectados}}$$

**Abundância média** foi determinada utilizando a relação entre o número total de parasitos de um grupo taxonômico (espécie de parasito em particular) em um hospedeiro específico e o numero total de hospedeiros examinados (infectados e não infectados), dado pela relação:

$$\text{Abundância} = \frac{\text{n}^\circ \text{ total de parasitos}}{\text{n}^\circ \text{ de hospedeiros examinados}}$$

## Referências bibliográficas

Araújo, M. E., Teixeira, J. M. C. & Oliveira, A. M. E. (2004). Peixes Estuarinos Marinhos do Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 260 p.

Brusca, R. C. & Wilson, G. D. F. (1991). A phylogeny analysis of the Isopoda with some classificatory recommendations. Queensland, Austrália. *Mem. Queensland Mus.* 31:143-204.

Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.*, revisited. *J. Parasitol.*, 83(4): 575-583.

Carpenter, K. E. (2002). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes. Part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO *Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists*. Special Publication, Rome: FAO, (5): 601-1374.

Collette, B. B., Russo, J. L. & Zavala-Camin, L. A. (1978). *Scomberomorus brasiliensis*, a new species of Spanish mackerel from the western Atlantic. *Fish. Bull.* 76 (1) 273-280.

Eiras, J. C., Takemoto, R. M. & Pavanelli, G. C. (2000). Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. Editora UEM, Maringá, 171 p.

Lima, J. T. A. X. De. (2004). Biologia Reprodutiva e Parasitismo por Isópodes do serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) (Osteichthyes: scombridae) no litoral do Rio Grande do Norte. / José Ticiano Arruda Ximenes de Lima. (Dissertação de mestrado em Bioecologia Aquática, UFRN), Natal, RN, 153 p.

Mackie, M. C & Lewis, P. D. (2001). Assessment of gonad staging systems and other methods used in the study of the reproductive biology of the narrow-barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commerson*, in Western Australia. *Fisheries Research Report*. No. 136. 48 p.

Margolis, L., Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. & Schad, G. A. O (1982). Uso de Termos Ecológicos na Parasitologia (Relato de um anúncio hoc Comitê da Sociedade Americana de Parasitologistas). *J. Parasitologia*, 68 (1), 131-133.

Palmer, E. E., Sorensen, P. W. & Adelman, I. R. (1995). A histological study of seasonal ovarian development in freshwater drum in the Red Lakes, Minnesota. *Journal of Fish Biology*. 47, 199-210.

Pavanelli, G. C. Eiras, J. C. & Takemoto, R. M. (1999). Doenças de Peixes, Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento. Editora UEM, Maringá, 264 p.

Pavanelli, G. C. & Takemoto, R. M. (2000). Aspects of the ecology of proteocephalid cestodes, parasites of *sorubim lima* (pimelodidae), of the upper paraná river, brazil: Interspecific associations and distribution of gastrintestinal parasites. *Rev. Brasil. Biol.*, 60(4): 585-590.

Thatcher, V. E. (2006). Amazon Fish Parasites, Second Edition. 2. ed. Sofia-Moscow: Pensoft Publishers, v. 1. 508 p.

Thatcher, V. E. (2004). The Isopods of South American Fishes. Belem, Pará, Brasil: Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 1. 123 p.

Vazzoler, A. E. A. M. (1996). Biologia de reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e Prática. EDUEM, Maringá, 169 p.

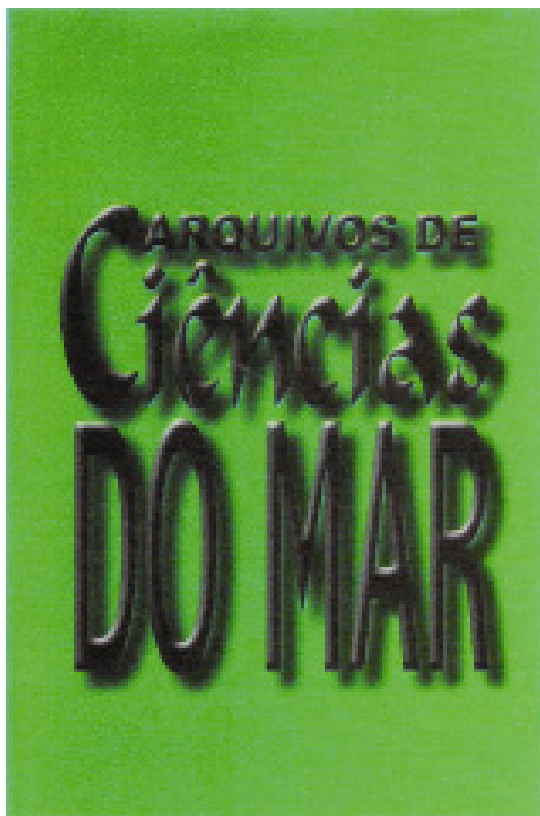
West, G. (1990). Methods of assessing ovarian development in Fishes: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41: 199-222.

Wootton, R. J., Evans, G. W. & Mills, L. A. (1978). Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *J.Fish. Biol.*, v.12, 331-343.

Yoshida, H. O. (1964). Skipjack tuna spawning in the Marquesas Islands and Tuamotu Archipelago. *Fisheries Bulletin* 65 (2): 479-488.

#### 4. RESULTADOS





ISSN 0374 - 5600

**VOLUME 40**  
**Número 1**  
**2007**

**SUMÁRIO**

**AVALIÇÃO DO POTENCIAL DE BACTÉRIAS PARA DEGRADAR DERIVADOS DO PETRÓLEO E PRODUIZIR BÍOSSURFACTANTES**

Ílka Maria Celi Theophilo Maciel, Vânia Maria Macedo Melo

**CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA DAS COMUNIDADES DE PESCADORES DO MUNICÍPIO DE ACOIJAL - CEARÁ**

Rosa Alice Rodrigues, Luis Parente Melo

**BIÓLOGIA REPRODUTIVA DA SERRA, *Scomberomorus brasiliensis* (OSTEICHTHYES:SCOMBRIDAE), EM ÁGUAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO NORTE**

Jose Tólcara Amado Ximenes de Lima, Anderson Augusto Fernandes Filho, Catharysbara Chelappan

**POLIQUETOS DE LOBSTEROS ADJACENTES AMZATLÁN (SMALDA), PACÍFICO MEXICANO**

Ricardo Álvarez-Lacort

**DISTRIBUIÇÃO DE COMPRIMENTO DAS RAIAS *Dasyatis guineis* E *Dasyatis americana* NO LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ, EM FUNÇÃO DO APARELHO DE PESCA**

Geilson Batista da Silva, Thiago Holanda Dantas, Francisco Carlos Pereira Nascimento

**A DERIVA E O TRANSPORTE LITORÂNEO DE SEDIMENTOS NO TRECHO ENTRE CUMBUCO E MATOES - COSTA NOROESTE DO ESTADO DO CEARÁ**

Alexandre Medeiros Carvalho, Luis Parente Melo, José Maria Lavinha Corrêgas

**RESISTÊNCIA DO BEXILHÃO *Perna perna* A ALTAS TEMPERATURAS E SUA RELAÇÃO COM A CONTAMINAÇÃO BACTERIOLOGICA**

Rafaela Barbosa Henriques, Otávio Martins Pereira, Helder Luis de Almeida Marques

**COMPOSIÇÃO DA FAUNA NAS PESCARIAS REALIZADAS COM ESPINHEL PELÁGICO NA COSTA NORTE DO BRASIL DURANTE A EXECUÇÃO DO PROJETO PROTUMA**

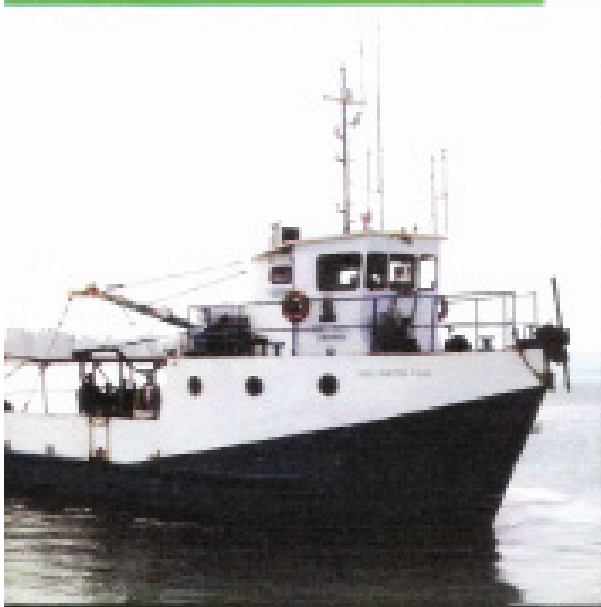
Matheus Assano-Filho, Francisco José de Silva Sávio, Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda

**A EXPLOITAÇÃO PETROLÍFERA E AS PESCAS MARINHAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (BRASIL)**

Marquês Pinto Paiva

**PROJETO MARABÁIA: APOIO À PESCA ARTESANAL NO CEARÁ - INSTALAÇÃO E MONITORAMENTO DOS RECURSOS ARTIFICIAIS EM PARACURU**

Fernando Honorato Lima Conceição, Reginaldo Anonim Marinho, Wilson Parente Junior, Jorge Lucas, Bárbara Corregiani





## **BIOLOGIA REPRODUTIVA DA SERRA, *Scomberomorus brasiliensis* (OSTEICHTHYES:SCOMBRIDAE), EM ÁGUAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO NORTE**

Reproductive biology of Brazilian mackerel, *Scomberomorus brasiliensis* (Osteichthyes: Scombridae), off Rio Grande do Norte State

José Ticiano Arruda Ximenes de Lima<sup>1</sup>, Antonio Aduato Fonteles-Filho<sup>2</sup>, Sathyabama Chellappa<sup>3</sup>

### RESUMO

A serra, *Scomberomorus brasiliensis*, é uma espécie marinha de valor comercial que habita o litoral brasileiro tropical. Tendo como objetivo estudar sua sua biologia reprodutiva nas águas costeiras do Rio Grande do Norte, a amostragem foi realizada mensalmente durante o período de agosto de 2003 a julho de 2004. Os exemplares foram medidos, pesados e dissecados; suas gônadas foram pesadas e examinadas para separar o sexo e avaliar o comprimento médio na 1ª maturidade sexual, índice gonadossomático, fecundidade, e tipo e época de desova. Com base na análise do material amostrado e analisado, foram obtidos os seguintes resultados; (a) os comprimentos médios na 1ª maturidade sexual foram 345 mm CT (machos) e 280 mm CT (fêmeas); (b) as estimativas do Índice Gonadossomático variaram nas faixas de 1,10 - 4,66 (machos) e 1,18 - 13,54 (fêmeas); (c) as fecundidades absoluta e relativa foram estimadas em 871.523 óvulos e 952 óvulos por grama; (d) a espécie apresentou desova do tipo total, verificada através da distribuição de frequência relativa do diâmetro dos ovócitos vitelogênicos; (e) a reprodução ocorre durante o ano todo, com incidência do pico durante o mês de dezembro; (f) o uso de redes com malhas pequenas propicia a captura de serras imaturas, prejudicando o recrutamento da espécie.

**Palavras-chaves:** serra, *Scomberomorus brasiliensis*, biologia reprodutiva, Rio Grande do Norte.

### ABSTRACT

The Spanish mackerel, *Scomberomorus brasiliensis*, is a marine species of commercial importance, which inhabits a major part of the coastal waters of Brazil, except for the extreme north and south. The objective of the present study was to determine its reproductive biology in the coastal waters of Rio Grande do Norte. Fish samples were collected on a monthly basis, during August, 2003 to July, 2004. The fish were measured, weighed, dissected and the gonads were removed, weighed and examined for the sex and for estimating such variables as mean size at first sexual maturity, gonadosomatic index, fecundity, type of spawning and breeding season. The results indicate that the females of *S. brasiliensis* attained gonad maturity at 280 mm and males at 345 mm of total length. The gonadosomatic index (GSI) ranged from 1.18 to 13.54 in females and from 1.10 to 4.66 in males. The absolute and relative fecundities were estimated as 871,523 oocytes and 952 oocytes per gram of fish weight. The relative frequency distribution of the oocyte diameter sizes indicates that Brazilian mackerel is a total spawner. Breeding of this species occurred all year round, with a peak coinciding with the month of December. The use of small-meshed nets accounts for the capture of immature fishes, which impairs the recruitment process of this species.

**Key words:** Brazilian mackerel, *Scomberomorus brasiliensis*, reproductive biology, Rio Grande do Norte State.

<sup>1</sup> Departamento de Fisiologia, Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, Natal, RN 59078-970.

<sup>2</sup> Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Av. da Abolição, 3207, Fortaleza, CE 60165-081.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Biotecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, Natal, RN 59078-970.



## INTRODUÇÃO

A serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) é uma espécie marinha comercial e bastante explorada na costa nordestina, povoando a maior parte do litoral brasileiro, com exceção das extremidades norte e sul (Collette & Russo, 1979; Zavala-Camin, 1983; IBAMA, 1994; Sampaio, 1996). Sua taxonomia e distribuição geográfica são distintas de *Scomberomorus maculeatus* (Mitchill, 1815), antes conhecidas como uma única espécie (Collette *et al.*, 1978; Fonteles-Filho, 1988). Trata-se de uma espécie veloz e conhecida como predadora de sardinhas e peixes voadores (Suzuki, 1983; Araújo & Chellappa, 2002), de hábitos costeiros e realizando migração para águas mais profundas do Nordeste do Brasil num circuito que deve ser superior a 300 milhas náuticas (Batista & Fabre, 2001).

Os dados de produção demonstram que os volumes desembarcados da serra apresentaram uma tendência de crescimento nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão e Pará (IBAMA, 2003; Oliveira *et al.* 2004), o que pode ser devido à evolução tecnológica na costa nordestina através de novas técnicas pesqueiras. Qualquer forma de pesca explora apenas indivíduos dentro de uma faixa de comprimento e idade que representa o estoque disponível, e deste, só o estoque capturável está acessível aos aparelhos-de-pesca. O ideal é que se capture apenas indivíduos adultos, mas, na prática ocorre captura do estoque adulto juntamente com uma parte do estoque jovem. A pesca tradicional litorânea explora um elevado número de espécies sem distinção de tamanho, devido à alta biodiversidade específica e à pequena biomassa de estoques pesqueiros explorados (Fonteles-Filho, 1989; MMA, 1997).

A captura abusiva de peixes imaturos pode comprometer o estoque, refletindo-se no desenvolvimento cíclico das gônadas representativo dos estádios de maturidade (Adams, 1980; Vazzoler, 1996). A capacidade de recuperação de *S. brasiliensis* varia na faixa de 1,4 - 4,4 anos (Collette & Nauen, 1983), por isso, estudos sobre sua reprodução assumem grande importância devido ao fato de ser a função vital que assegura a preservação e a abundância das espécies (Wootton, 1989). O presente trabalho descreve a biologia reprodutiva da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, capturadas nas águas costeiras do Rio Grande do Norte.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta das amostras

As coletas foram realizadas por meio de arrastões-de-praia do tipo tresmalho com 110 m de

comprimento, malhas de 10 mm no centro e 70 mm nas extremidades. O modo de operação consiste do seu lançamento através de pequena balsa (catraia), a cerca de 100 m de distância da praia, com 5 m de profundidade. Dois cabos ficam na terra para serem arrastados por pescadores e todo o processo, desde a arrumação até a retirada da rede com os peixes, dura em torno de 1:30 h, contando com o esforço de 6 a 12 pescadores.

Entre agosto de 2003 a julho de 2004 ocorreram 12 coletas na costa da Praia de Ponta Negra em Natal-RN, totalizando 145 peixes, exceção feita aos meses de novembro/2003, devido a grande florescência de macroalgas que deixou a água turva com coloração amarelada, exatamente na região de lance do arrasto de praia, e fevereiro/2004, devido à ocorrência de chuvas acompanhadas de fortes ventos.

Os peixes foram transportados em caixas térmicas com gelo e água do ambiente ao Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFRN, onde foram medidos (mm), pesados (g). Com base nos valores médios dos dados morfométricos e merísticos foi feita a identificação taxonômica da espécie (Suzuki, 1983; Szpilman, 2000) e, posteriormente, os peixes foram dissecados para a observação e estudo das gônadas segundo a metodologia de Vazzoler (1996).

### Proporção sexual

Numa população, espera-se uma ocorrência teórica de machos e fêmeas em frequências esperadas de 50% para cada sexo (Santos, 1978), de modo que a avaliação estatística das diferenças apresentadas pelas frequências observadas foi feita por meio do teste  $\chi^2$  ao nível de significância,  $\alpha = 0,05$  e GL =  $n - 1$  (Ivo & Fonteles-Filho, 1997).

### Primeira maturidade sexual ( $L_{50}$ )

As frequências de machos e fêmeas foram agrupadas de acordo com as categorias de gônadas imaturas (estádio imaturo) e gônadas em atividade reprodutiva (estádios em maturação, maduro e esvaziado), sendo estas últimas lançadas em gráfico e ajustados em curvas do tipo sigmóide, para determinação do valor de  $L_{50}$  indicativo da frequência de 50% de indivíduos com gônadas em atividade reprodutiva (Santos, 1978; Fonteles-Filho, 1989; Vazzoler, 1996).

### Índice gonadosomático

Este índice de maturidade sexual é representado pela razão percentual entre o peso das gônadas ( $W_g$ ) e o peso do corpo do peixe sem as gônadas ( $W_t - W_g$ ), de acordo com a fórmula:  $IGS = [W_g / (W_t - W_g)] \times 100$  (Wootton *et al.*, 1978).

### Fecundidade e tipo de desova

A estimativa das fecundidades absoluta e relativa foi estimada com base na contagem absoluta dos ovócitos e na determinação de classes de diâmetros dos ovócitos. Os ovários de fêmeas maduras e em maturação com comprimento e peso médios de 768 mm e 3.250 g foram retirados, pesados e preservados em solução de Gilson modificada por 24 horas para uma completa dissociação dos ovócitos (Simpson, 1951), que posteriormente foram lavados e preservados em álcool etílico a 70% (Vazzoler, 1996). O tipo de desova foi avaliado através da análise dos resultados da medição do diâmetro dos ovócitos.

### Época de desova

A informação sobre a provável época de desova foi realizada pela distribuição das freqüências relativas (%) de cada estágio de maturação das gônadas, considerando os sexos separados. A época de desova foi determinada com o período mensal em a freqüência das fêmeas no estágio de desova foi mais elevado (Vazzoler, 1996).

### Pluviosidade

Os dados de pluviosidade referentes ao período de agosto/2003 – julho/2004 foram obtidos junto à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A (EMPARN).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amplitude do comprimento total variou de 135 a 805 mm nas fêmeas e de 140 a 598 mm nos machos. O maior número de indivíduos do sexo feminino foi observado na classe de 100 - 200 mm de comprimento total (CT), média de 333,8 mm e desvio padrão de 18,2 mm. Os machos tiveram seu maior número de indivíduos nas classes de 100 - 200 mm e 400 - 500 mm CT, com média de 315,6 mm e desvio padrão de 13,6 mm.

A amplitude do peso total variou de 15 a 3.385 g (fêmeas) e 16 a 1.310 g (machos). O maior número de indivíduos do sexo feminino foi observado na classe de 10 a 500 g de peso total, média de 363,6 g e desvio padrão de 542,7 g. Os machos tiveram seu maior número de indivíduos nas classes de 10 - 500 g de peso total, com média de 255,2 g e desvio padrão de 257,6 g. As fêmeas da serra alcançam comprimentos e pesos superiores aos machos.

Os valores mínimo, máximo e médio, e o desvio padrão das medidas morfométricas para machos e fêmeas da serra estão na Tabela I. Na análise merística os lepdotríquios apresentaram raios duros, representados por algarismos romanos, e moles, representados por algarismos arábicos (Tabela II).

Tabela I - Valores mínimos, máximos, médios e desvios padrão das medidas morfométricas para machos e fêmeas da serra, *S. brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Norte.

Caracterização morfométrica	Valor mínimo		Valor máximo		Valor médio $\pm$ Desvio Padrão	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Comprimento total (mm)	135	140	805	598	333,7 $\pm$ 18,17	315,5 $\pm$ 13,55
Comprimento zoológico (mm)	124	125	710	531	290,4 $\pm$ 15,58	273,7 $\pm$ 11,56
Comprimento padrão (mm)	100	115	657	492	262,2 $\pm$ 14,43	251,7 $\pm$ 10,72
Comprimento da cabeça (mm)	29	30	134	102	58,2 $\pm$ 2,67	55,6 $\pm$ 2,0
Comprimento do focinho	11	11	57	40	22,9 $\pm$ 1,14	21,0 $\pm$ 0,78
Diâmetro do olho 6	6	42	19		11,9 $\pm$ 0,62	11,2 $\pm$ 0,37
Altura máxima do corpo	25	26	130	99	56,4 $\pm$ 2,79	52,8 $\pm$ 2,08
Comprimento pré-dorsal	31	33	162	123	65,4 $\pm$ 3,12	63,7 $\pm$ 2,40
Comprimento pré-peitoral	28	31	330	102	68,9 $\pm$ 5,32	57,7 $\pm$ 2,09
Comprimento pré-ventral	29	33	149	117	65,7 $\pm$ 3,07	62,8 $\pm$ 2,28
Comprimento pré-anal	65	70	369	267	153,2 $\pm$ 7,87	143,8 $\pm$ 5,80
Base da dorsal	48	50	101	210	127,3 $\pm$ 12,42	108,5 $\pm$ 4,60
Maior acúleo nadadeira dorsal	10	10	101	101	37,3 $\pm$ 11,92	36,07 $\pm$ 11,35
Base da peitoral	4	4	31	21	12,4 $\pm$ 7,32	11,5 $\pm$ 5,25
C. da nadadeira peitoral	10	12	78	59	32,3 $\pm$ 1,86	30,5 $\pm$ 1,48
Base da ventral	1	1	69	70	5,4 $\pm$ 0,86	5,09 $\pm$ 0,81
C. da nadadeira ventral	4	4	101	101	41,0 $\pm$ 16,87	50,8 $\pm$ 19,57
Base da anal	11	12	75	56	31,33 $\pm$ 1,64	30,4 $\pm$ 1,33
C. da nadadeira anal	12	11	82	55	28,8 $\pm$ 1,70	27,5 $\pm$ 1,30



Tabela II - Valores médios das medidas merísticas da serra, *S. brasiliensis* coletados nas águas costeiras do Rio Grande do Norte.

Caracterização Merística	Valores Médios
Lepidotríquiios dorsais	XVII a XIX (XVIII)+15 a 19 (17)
Lepidotríquiios peitorais	21
Lepidotríquiios ventrais	II + 4 a 5
Lepidotríquiios anais	II + 16 a 20 (18)
Pinulas dorsais - anais	8 a 9 - 8 a 9
Quilhas dérmicas	3

A proporção sexual demonstrou uma leve predominância numérica dos machos (52%) sobre as fêmeas (48%). No período de estudo foi observado que a frequência de fêmeas foi maior nos meses de outubro/2003 e junho-julho/2004, com predominância dos machos no restante dos meses (Figura 1). Para o período total de estudo não houve diferença significativa na proporção sexual ao nível de 5% ( $\chi^2 < 3,84$ ).

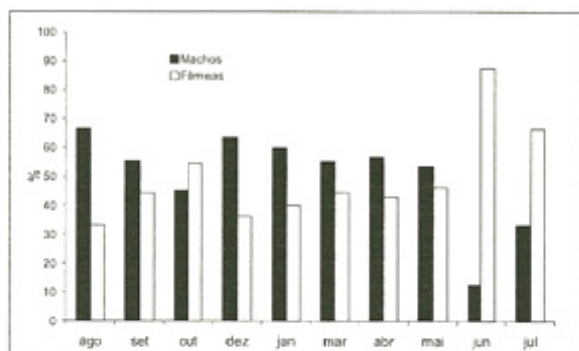


Figura 1 - Proporção sexual da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, em frente a Natal, no período agosto/2003 - julho/2004.

O comprimento médio na 1ª maturidade sexual ( $L_{50}$ ) apresentou valores de 345 mm (machos) e 280 mm de comprimento total (fêmeas) (Figura 2). Dentre o total de 145 peixes capturados 52% estavam com tamanho igual ou inferior a média e 48% possuíam valor superior à média da maturação gonadal, indicando um aumento da captura dos imaturos. Entre os anos de 1963-1986 a média da  $L_{50}$  foi 520 mm CT e a participação de juvenis foi de 8,1% (Gesteira & Mesquita, 1976); entre 1970-1975 o percentual foi de 14,2% de imaturos capturados, com indivíduos da espécie atingindo até 1.200 mm CT (Fonteles-Filho, 1988); entre 1998-2000 a média do comprimento decresceu para 382 mm e os indivíduos da costa do Nordeste brasileiro não atingiram medidas acima de 860 mm (Lucena *et al.*, 2001). O presente estudo confirma essa tendência de decréscimo do comprimento médio individual, estimado em 312,5 mm CT. A moda do comprimento total registrou-se na faixa de 100 - 200 mm, fato corroborado pela elevada proporção de juvenis na captura (52%), demonstrando uma

possível ocorrência de sobrepesca do crescimento, que causa uma redução no recrutamento da serra para o estoque capturável e no número potencial de indivíduos para iniciar o ciclo reprodutivo. Os aparelhos-de-pesca (tresmalhos), com baixa seletividade, visam a capturar camarões marinhos e, por consequência, atingem indivíduos imaturos da serra como fauna acompanhante.

O índice gonadossomático (IGS) teve seus valores médios analisados e demonstraram uma variação de 1,18 a 13,54 para fêmeas, com três picos de ocorrência, sendo o maior no mês de dezembro e outros dois menores, nos meses de abril e junho. Os machos tiveram um IGS variando entre 1,10 a 4,66, com dois picos de ocorrência, sendo um em dezembro e outro em julho (Figura 3). O IGS demonstra o estado funcional das gônadas em relação ao peso do indivíduo de forma a indicar o período de desova. Os valores médios do IGS mostram que machos e fêmeas da serra realizam atividade reprodutiva durante todo o ano.

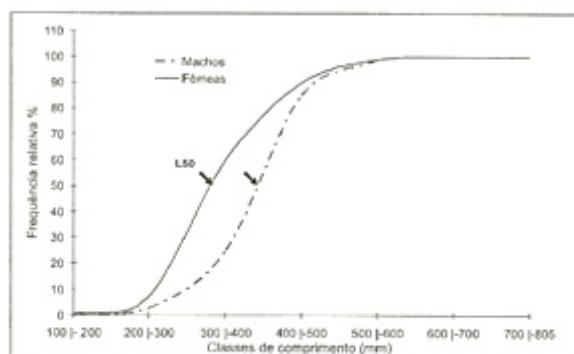


Figura 2 - Ogrivas do comprimento total de machos e fêmeas. Distribuição de frequência do comprimento total de jovens e adultos da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, em frente a Natal, no período agosto/2003 - julho/2004. Setas indicam os pontos correspondentes a  $L_{50}$ .

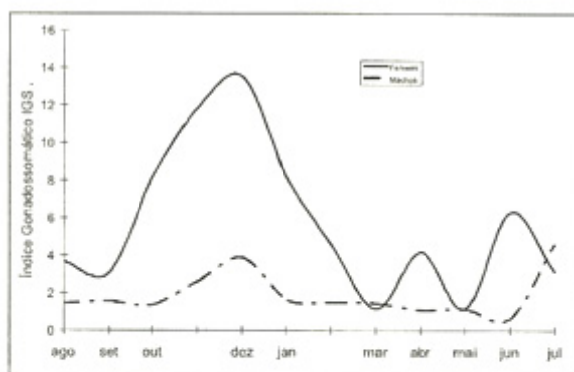


Figura 3 - Valores médios mensais do Índice Gonadossomático de machos e fêmeas da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, em frente a Natal, em alguns meses do período agosto/2003 - julho/2004.

A fecundidade absoluta foi estimada em 871.523 óvulos, tendo sido determinada utilizando gônadas pesando em média 127 g retiradas de fêmeas maduras e em maturação com comprimento e peso médios de 768 mm e 3.250 g. A fecundidade relativa foi avaliada em 952 óvulos por grama do peso do indivíduo. Gesteira (1972) estimou as fecundidades absoluta e relativa da serra em 2.047.000 óvulos e 1.892 óvulos por grama do indivíduo, para o Estado do Ceará.

A espécie *S. brasiliensis* possui gônadas com desenvolvimento de forma sincrônica, com dois grupos de ovócitos onde se encontra o estoque de reserva (ninhos germinativos e Fase II) com diâmetros inferiores a 120  $\mu\text{m}$ , e outros ovócitos que iniciam na vitelogênese nas fases III, IV e V, até alcançar a fase VI com diâmetros entre 650 a 750  $\mu\text{m}$  de diâmetro (Figura 4). Estes são eliminados em desova total, verificada através da distribuição de frequência relativa do diâmetro dos ovócitos vitelogênicos.

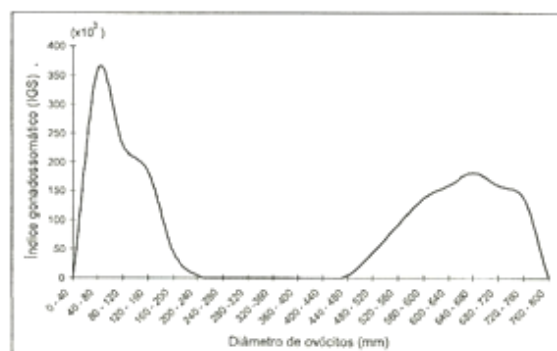


Figura 4 - Distribuição de frequência do diâmetro dos ovócitos presentes em ovários maduros da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, em frente a Natal, no período agosto/2003 - julho/2004.

Nas águas costeiras do Rio Grande do Norte a desova da serra ocorre em meses diversos durante o ano todo, com uma época principal que se estende de setembro a março, com pico em dezembro, informações semelhantes às obtidas por Mota Alves & Tomé (1968). A reprodução dos peixes ocorre na época do ano em que as condições ambientais são favoráveis à maximização da produção de descendentes durante seu ciclo reprodutivo (Wootton, 1990), de modo a que suas pós-larvas tenham um suprimento alimentar adequado, proteção contra predadores e condições abióticas favoráveis.

Gesteira & Mesquita (1976) afirmam que a serra apresenta condições de reprodução durante todo o ano e que tem uma estação de desova mais intensa de setembro a março. Collette & Nauem (1983) tam-

bém afirmam que a reprodução dessa espécie ocorre por todo o ano, com pico de julho a setembro.

Durante o período de estudo, os maiores índices pluviométricos foram registrados nos meses de agosto/2003 (49,6 mm) e junho/2004 (642,9 mm) e os menores, em novembro/2003 (16,1 mm) e maio/2004 (160,3 mm), em maio, evidenciando-se a ocorrência de estações seca (agosto - dezembro) e chuvosa (janeiro - julho).

O período de desova da espécie antecedeu as condições ambientais favoráveis, de forma que o seu pico coincidiu com o último mês de estiagem (dezembro), adentrando no período chuvoso e corroborando as informações de Costa *et al.* (1995). A desova coletiva ocorreu nos meses de setembro a março, coincidindo com o período de interfase entre as estações seca e chuvosa (Figuras 5 e 6). Em regiões tropicais, onde as variações estacionais da temperatura são pouco significativas, a precipitação pluviométrica desempenha um papel decisivo na determinação de ciclos reprodutivos (Parsons *et al.*, 1984).

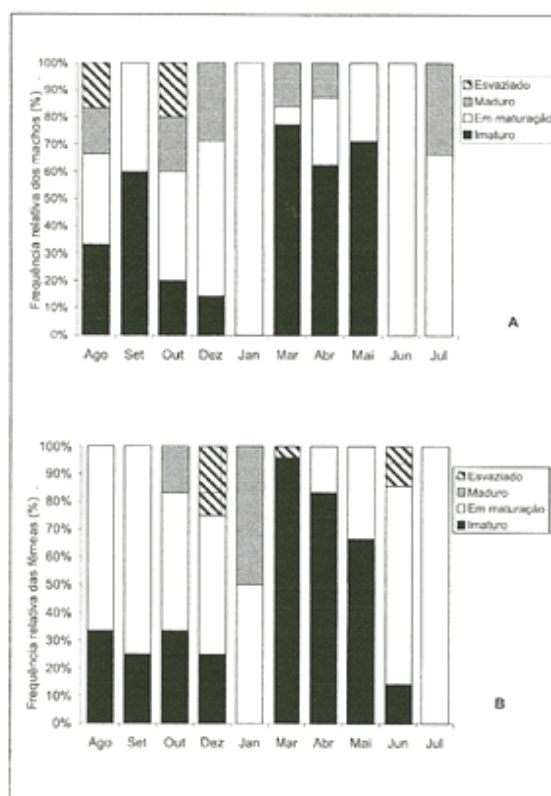


Figura 5 - Distribuição mensal da frequência relativa (%) de machos (A) e fêmeas (B) da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, em função do estágio de maturação gonadal, no período agosto/2003 - julho/2004.



## CONCLUSÕES

1. Os comprimentos médios na 1ª maturidade sexual foram 345 mm CT (machos) e 280 mm CT (fêmeas), havendo equilíbrio na proporção sexual de 1M : 1F.
2. O Índice Gonadosomático variou nas faixas de 1,10 - 4,66 (machos) e 1,18 - 13,54 (fêmeas).
3. A serra apresentou desova do tipo total, com época principal de ocorrência no período setembro-março, com pico em dezembro.
4. As fecundidades absoluta e relativa foram estimadas em 871.523 óvulos e 952 óvulos por grama.
5. O emprego de redes com malhas pequenas na área de ocorrência da serra determina a captura de juvenis, o que prejudica o recrutamento da espécie.

**Agradecimentos** - O primeiro autor agradece a CAPES/MEC pela Bolsa de Mestrado concedida à Universidade Federal do Rio Grande do Norte; o terceiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, P.B. Life history patterns in marine fishes and their consequences for fisheries management. *Fish. Bull.*, v.78, n.1, p.1-12, 1980.
- Araújo, A.S. & Chellappa, S. Estratégia reprodutiva do peixe voador, *Hirundichthys affinis* Günther (Osteichthyes, Exocoetidae). *Revta Bras. Zool.*, v.19, n.3, p.691-703, 2002.
- Batista, V. & Fabre, N.N. Temporal and spatial patterns on serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Teleostei, Scombridae), catches from the fisheries on the Maranhão coast, Brazil. *Braz. J. Biol.*, v.61, n.4, p.541-546, 2001.
- Collette, B.B. & Nauen, C.E. Scombrids of the world: an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fish Spec. Catal.*, v. 2. n.125, p.1-137, 1983.
- Collete, B.B. & Russo, J.L. An introduction to the Spanish Mackerels, genus *Scomberomorus*. *Bullis Publ. Gulf States Mar. Fish. Comm.*, v.4, p.3-16, 1979.
- Collette, B.B., Russo, J.L. & Zavala-Camin, L.A. *Scomberomorus brasiliensis*, a new species of Spanish mackerel from the western Atlantic. *Fish. Bull.*, v.76, n.1, p. 273-280, 1978.
- Costa, P.S.R.; Santos, M.A.M.; Espinola, M.F.A. & Monteiro Neto, C. Biologia e biometria do coró, *Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner) (Teleostei: Pomadasyidae), em Fortaleza, Ceará, Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v.29, n.1-2, p.20-27, 1995.
- Fonteles-Filho, A.A. Sinopse de informações sobre a cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) e a serra, *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Pisces:Scombridae), no Estado do Ceará, Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v.27, p.21-48, 1988.
- Fonteles-Filho, A.A. *Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica da população*. Imprensa Oficial do Ceará, xvi+296 p., Fortaleza, 1989.
- Gesteira, T.C.V. Sobre a reprodução e fecundidade da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), no Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v.12, n.2, p.117-22, 1972.
- Gesteira, T.C.V. & Mesquita, A.L.L. Época de reprodução, tamanho e idade na primeira desova da cavala e da serra, na costa do Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v.16, n.2, p.83-86, 1976.
- IBAMA. *Relatório das reuniões dos Grupos Permanentes de Estudos sobre Atuns e Sardinha: atuns e afins*. Brasília, 201 p., 1994.
- IBAMA. *Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Nordeste do Brasil - 2002*. Centro de Pesquisa e Gestão de Recursos Pesqueiros do Litoral Nordeste, 209 p., Tamandaré, 2003.
- Ivo, C.T.C. & Fonteles Filho, A.A. *Estatística pesqueira: aplicação em Engenharia de Pesca*. Tom Gráfica e Editora, v+193 p., Fortaleza, 1997.
- Lucena, F. Lessa, R. & Nóbrega, M. *Presente status do estoque da serra Scomberomorus brasiliensis no Nordeste do Brasil*. Anais do XII Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, Foz do Iguaçu, 2001.
- MMA. *Diretrizes ambientais para o setor pesqueiro: diagnóstico e diretrizes para a pesca Marítima*. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 124 p., Brasília, MMA, 1997.
- Mota Alves, M.I. & Tomé, G.S. Observações sobre o desenvolvimento maturativo das gônadas da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill, 1815). *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, v.8, n.1, p 25-30, 1968.
- Oliveira, C.M.E.; Espírito-Santo, R.V.; Silva, B.B.; Almeida, M.C. & Isaac, V.J. *A pesca artesanal do município de São João de Pirabas, Pará, Brasil: resultados preliminares*. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia, Brasília, 2004.
- Parsons, T.R. Takahashi, M. & Hargrave, B. *Biological oceanographic processes*. Pergamon Press, 330 p., Oxford, 1984.
- Sampaio, J.R. *Índice dos peixes marinhos brasileiros*. Gráfica Editora VT, 124 p., Fortaleza, 1996.
- Santos, E.P. *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. HUCITEC, 129 p., São Paulo, 1978.

- Simpson, A.C. The fecundity of the plaice. *Fish. Invest.*, London, v.17, n.5, p.1-27, 1951.
- Suzuki, C.R. *Guia de peixes do litoral brasileiro*. Book's Edições Ltda., 349 p., Rio de Janeiro, 1983.
- Szpilmam, M. *Peixes marinhos do Brasil: guia prático de identificação*. Instituto Ecológico Aqualung, 288 p., Rio de Janeiro, 2000.
- Vazzoler, A.E.A.M. *Biologia de reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, 169 p., Maringá, 1996.
- Wootton, R.J. Introduction: strategies and tactics in fish reproduction, p. 1-12, in Potts G.W. & Wootton, R.J. (eds.), *Fish reproduction: strategies and tactics*. Academic Press, 1989.
- Wootton, R.J.; Evans, G.W. & Mills, L.A. Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *J. Fish. Biol.*, v.12, p., 331-343, 1978.
- Zavala-Camin, L.A. Caracterização das espécies brasileiras da família Scombridae (Osteichthyes-Perciformes). *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo v.10, n.1, p. 73-93, 1983.

**ADVANCES IN FISH AND WILDLIFE ECOLOGY AND BIOLOGY**

**VOLUME 5**

**EDITOR DR. BANSI LAL KAUL**

**Reproductive biology of *Scomberomorus brasiliensis***

**(Perciformes Scombridae)**

S. CHELLAPPA\*, J. T. A. XIMENES-LIMA\*\* A. ARAÚJO\*\* & N. T. CHELLAPPA\*

**2008**

## Reproductive biology of *Scomberomorus brasiliensis*

### (Perciformes Scombridae)

S. CHELLAPPA\*, J. T. A. XIMENES-LIMA\*\* A. ARAÚJO\*\* AND N.T. CHELLAPPA\*

\* Titular Professor, Post-Graduate Programme in Aquatic Bioecology, Department of Oceanography and Limnology, Centre of Bioscience, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Praia de Mãe Luiza, s/n, Natal, Rio Grande do Norte State, Brazil. CEP: 59014-100.

(<sup>1</sup>\*Corresponding Authors) E-mail: [bama@dol.ufrn.br](mailto:bama@dol.ufrn.br); [chellappa@dol.ufrn.br](mailto:chellappa@dol.ufrn.br)

\*\* Postgraduate Program in Psychobiology, Department of Physiology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte State, Brazil, CEP 59.072-970.

E-mail: [ximenesvet@ig.com.br](mailto:ximenesvet@ig.com.br) E-mail: [arrilton@gmail.com](mailto:arrilton@gmail.com)

\* **Corresponding author**

**Running Title:** Reproductive biology of *Scomberomorus brasiliensis*

6 Figures

### ABSTRACT

*Scomberomorus brasiliensis* is a commercially important species, which occurs in the coastal waters of the Western Atlantic, along the Caribbean and Atlantic coasts of Central and South America, from Belize to Rio Grande do Sul, Brazil. This study verified the macroscopic and histological characterization of gonads, body size, sex ratio, gonadosomatic index, fecundity and spawning season of this species. A total of 424 males (51.3%) and 402 females (48.7%) were collected, total body length of males ranged from 92 to 661 mm and of females from 93 to 805 mm. There was a balanced sex ratio, with females slightly bigger and heavier than males and the onset of sexual maturity in males occurred earlier. Total fecundity was 871,523 mature eggs while relative fecundity was 952 eggs female g<sup>-1</sup>. Ovaries revealed five stages of gonadal maturation and testes showed four stages. Relative frequency distributions of the oocyte diameter sizes indicate total spawning. Monthly values of GSI, gonadal maturation pattern and period of reproductive activity suggest that reproduction is influenced by the rainy season.

**Key Words:** *Scomberomorus brasiliensis*; reproduction; gonadal development; histology of gonads.



## INTRODUCTION

*Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin) (Osteichthyes: Perciformes: Scombridae) occurs in the Western Atlantic, along the Caribbean and Atlantic coasts of Central and South America, from Belize to Rio Grande do Sul, Brazil (Collette *et al.*, 1978). *S. brasiliensis* is an important fishery resource of the western Central Atlantic waters and of Northeastern Brazil. It is a major component of the Brazilian northeast artisanal fishery and has high commercial value (Lucena *et al.*, 2004; Lima *et al.*, 2005).

Although *S. brasiliensis* is an important food fish throughout most of its distributional range, limited details are available about the reproductive characteristics of this species (Gesteira & Mesquita, 1976; Fonteles-Filho, 1988). Description of reproductive characteristics was a major aspect of the current study, since this information is required for stock assessment and for management controls. Information on fecundity and spawning are also required for stock assessments, which is insufficiently described in the literature available for this species. Considering this plethora of factors, the main objective of this study was to provide a comprehensive description of the reproductive biology of *S. brasiliensis*. Furthermore, this work presents and extends information on gonad development based on macroscopic stages and histological characteristics, sex ratio, size at sexual maturity, fecundity, spatial and temporal patterns in gonadosomatic index (GSI), type of spawning and reproductive period of *S. brasiliensis*.

## MATERIALS AND METHODS

### SAMPLE COLLECTION

During the period of August 2005 to July 2006, monthly samples of *S. brasiliensis* were collected from artisanal fishermen at various locations in the coastal waters situated between latitudes 05° 52' 30'' - 05° 45' 00'' S, and longitudes 35° 08' 00'' - 35° 10' 35'' W, northeastern Brazil. Fish were caught by local fishermen using beach-seines from the coastal

waters of approximately <10 m depth. The beach-seines were 110 m in length, 3 m in height, with a mesh size of 1 cm in the central part and 7 cm in the extremities. Fish collected from the beach-seine fishing process were transported to the laboratory on ice. They were numbered, measured, weighed and samples of whole fish were used for morphometric analysis to confirm the taxonomical identification of the species based on Collette *et al.* (1978) and Carpenter (2002). Rainfall data of the region during the study period were obtained from the Meteorological Department of Natal, Brazil.

#### MEASUREMENTS

A total of 826 fish was collected during the study period and the sample size was sufficiently large to allow accurate estimations. The total body lengths of fish sampled were measured ( $\pm 1$  mm) and body mass recorded ( $\pm 1$  g). Fish were dissected within a few hours of capture, and gonads were removed, weighed ( $\pm 0.1$  mg) and examined to separate the sex. Sex ratio was verified based on the monthly distribution of relative frequency of males and females. The length and weight composition of the males and females were determined based on the mean distribution of their class frequencies and grouped with intervals of 100 mm and 500 g (Vazzoler, 1996).

#### DETERMINATION OF SIZE AT MATURITY

Size at sexual maturity ( $\ell_{50}$  &  $\ell_{100}$ ) was established by calculating the percentage of mature and immature gonads observed for fish of given size classes, using total length (mm), sex and stages of gonad development of each individual. Both  $\ell_{50}$  (when 50% of individuals were with gonads in maturing stages) and  $\ell_{100}$  (when all individuals were ready to participate actively in reproduction) were determined. Logistic curves were fitted to data by the use of a non-linear least-squares procedure weighted by the number of fish in each length-class (Fonteles-Filho, 1989).

## MACROSCOPIC AND HISTOLOGICAL EXAMINATIONS OF GONADS

The location and general aspects of the ovaries and testes were noted and stage of reproductive maturity determined using a macroscopic staging system. The degree of turgidity, colour and presence of blood vessels of the gonads were observed (Vazzoler, 1996; Mackie & Lewis, 2001). In order to avoid possible variation in the developmental stage of oocytes due to their position in the ovaries, histological examinations were carried out on sections from the anterior (cephalic), middle (central), and posterior (caudal) regions of 20 ovaries in different developmental stages (Yoshida, 1964). Development of sperm tissue throughout the testes was compared by microscopic examination of sections taken from anterior, middle and posterior sections of each lobe (n = 20). These data were later compared in order to determine whether samples taken from mid-section of the gonad of either lobe were representative of gamete development throughout the ovaries.

The gonads were preserved in Bouin's solution, later embedded in paraffin, sectioned at 3 – 5  $\mu\text{m}$  thickness, and stained with Harris hematoxylin and eosin (H&E). Ovarian developmental stages were assessed microscopically with the help of light microscope (Taimin, model TM 800), coupled with a video camera (Kodo Digital). The terminology used for stages of oogenesis followed that of West (1990) and Palmer *et al.* (1995).

## ESTIMATION OF GONADOSOMATIC INDEX

Periodicity of gonadal development and seasonal reproductive activity were estimated by the gonadosomatic index for each fish. GSI was estimated by dividing the weight of gonads by its body weight and multiplying by 100 (Wootton *et al.*, 1978).

## ANALYSIS OF FECUNDITY AND BREEDING

For each stage of development, the diameters of oocytes from different ovaries (n =20) were measured with an ocular micrometer ( $\pm 1 \mu\text{m}$ ). The diameter of 60 oocytes at different stages of development was done using fresh ovaries. Each oocyte was measured twice on perpendicular axes, and the mean of the two measurements was used to represent the average

diameter of the oocyte. In addition, the relative proportion of oocytes sizes present were estimated and size frequency distribution of the oocytes was plotted (Palmer *et al.*, 1995).

Period of breeding was determined by the temporal relative frequency distribution of the different stages of maturation of gonads of males and females. This study focused more on ovaries since their developmental stages were easier to distinguish than in testes, and because ovarian development usually defines the spawning season and number of offspring produced during spawning (De Martini & Fountain 1981).

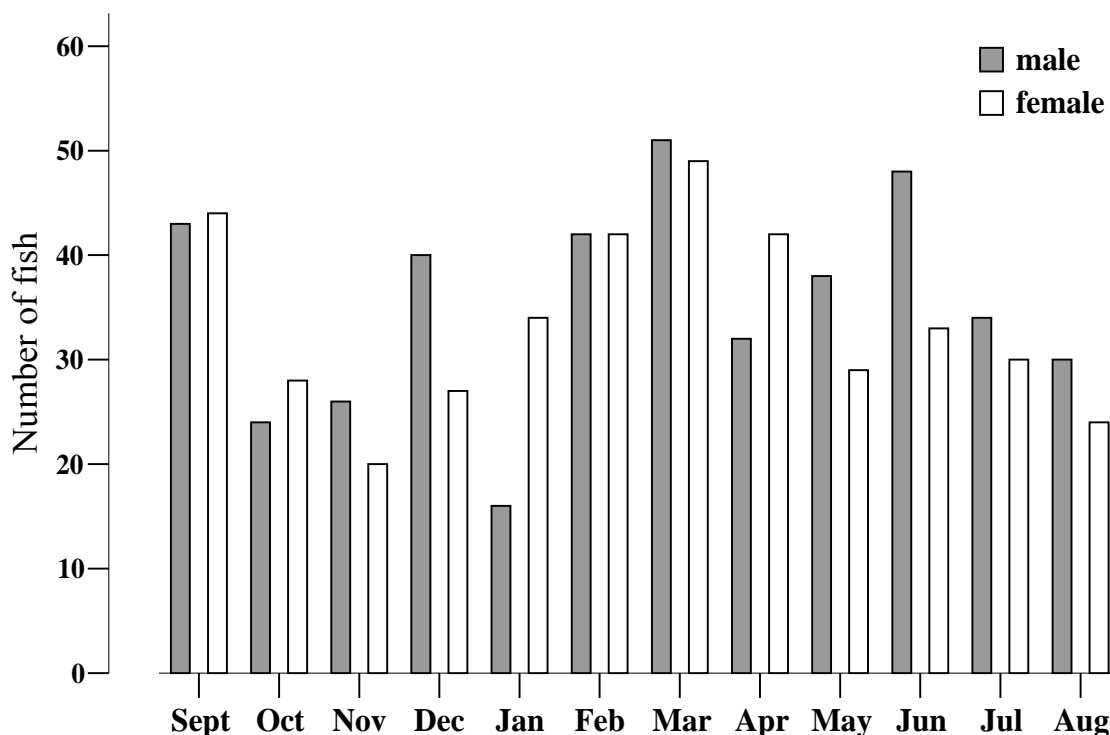
#### DATA ANALYSIS

Sex ratio (M:F) was tested using  $\chi^2$  test at 5% level. Gonadosomatic indices of males and females during rainy and dry periods were compared at 5% level using Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks (Software Statistica, version 7.0 Windows).

### RESULTS

#### SEX RATIO

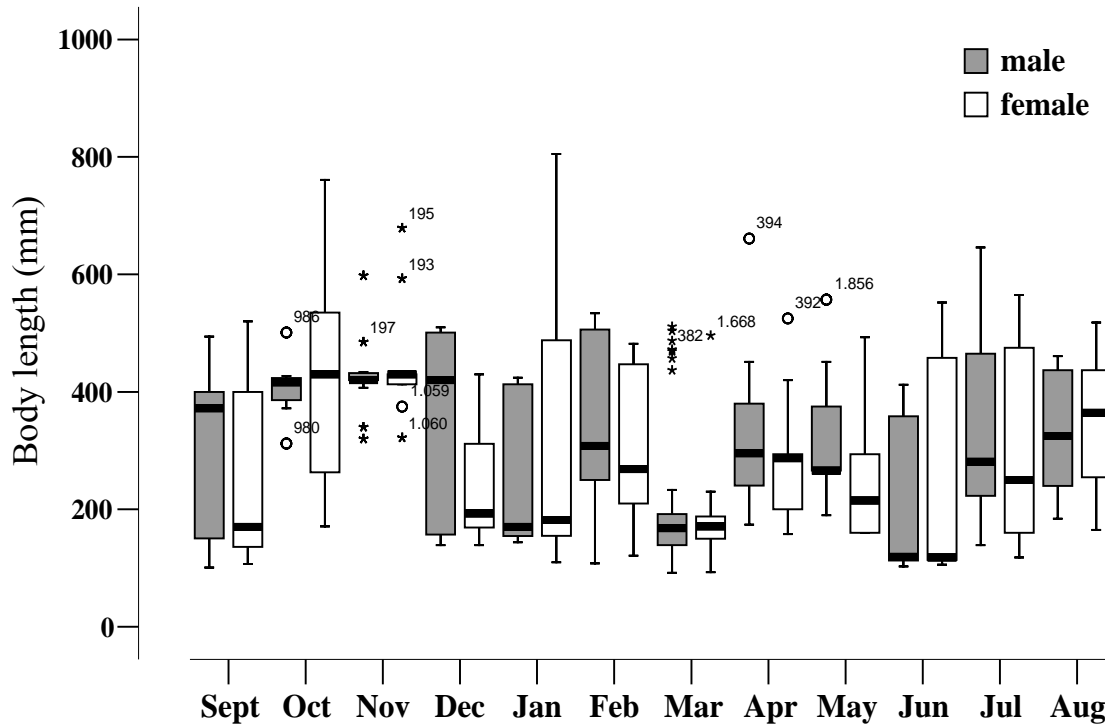
A total of 826 samples of *S. brasiliensis* were collected during the study period, out of which 424 were males (51.3%) and 402 were females (48.7%). The monthly distribution frequency of occurrence of males and females show that sex ratio for the total sample was equivalent to 1M:1F as expected, although with a slight predominance of males (Fig. 1). During the drought period males occurred more (52%, n =275) than females (48%, n =249). On the other hand, females occurred more (51%, n =153) than males during the rainy season (49%, n =149). However, the overall difference was not significant statistically at 5% level ( $P>0.05$ ).



**FIG. 1.** Monthly frequency of occurrence of males and females of *Scomberomorus brasiliensis* during September 2005 to August 2006.

#### TOTAL BODY LENGTH AND WEIGHT

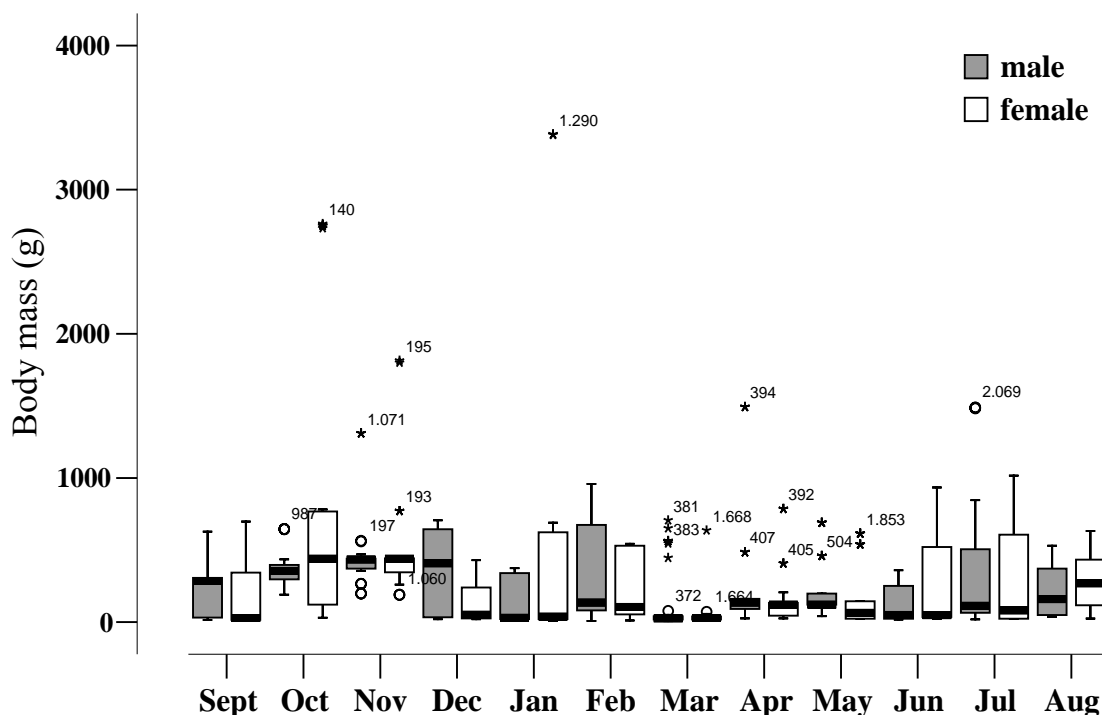
Amplitude of total body length (Lt) of both males and females varied from 92 to 805 mm (mean  $298.0 \pm$  S.D. 146.8), that of males alone ranged from 92 to 661 mm ( $306 \pm 139$ ) and of females from 93 to 805 mm ( $289.2 \pm 153.4$ ) (Fig. 2). During the drought period, total body length of males and females ranged from 101 to 598 mm ( $344.4 \pm 136.4$ ) and 107 to 805 ( $312.2 \pm 176.5$ ) respectively. During the rainy season, total length of males and females varied from 92 to 661 mm ( $285.9 \pm 37.5$ ) and from 93 to 565 mm ( $275.0 \pm 135.9$ ) respectively. A higher frequency of occurrence of total body length for males was registered in the class intervals between 100-200 mm and 400-500 mm during the wet and dry periods respectively, whereas the same for females was observed throughout the year in the class intervals between 100-200 mm.



**FIG. 2.** Monthly variation in amplitude of total body length of males and females of *S. brasiliensis* during September 2005 to August 2006

The amplitude of total body weight (Wt) of males and females ranged from 7.7 to 3385 g ( $256.4 \pm 358.9$ ), that of males varied from 7.7 to 1493.5 g ( $250.0 \pm 274.2$ ) and of females varied from 8.1 to 3385 g ( $265.6 \pm 430.9$ ) (Fig. 3). Thus females were significantly heavier than males. During the drought period, total body weight of males and females varied from 14.6 to 1310 g ( $313.4 \pm 243.9$ ) and 8.1 to 4390 g ( $382.4 \pm 692.5$ ) respectively. During the rainy season, total weight of males and females varied from 7.7 to 1493.5 g ( $215.6 \pm 83.8$ ) and 11 to 1015.8 g ( $206.5 \pm 250.9$ ) respectively. A higher frequency of occurrence of total body weight of males and females was observed in the class intervals between 7 to 500 g.





**FIG. 3.** Monthly variation in amplitude of total body mass of males and females of *S. brasiliensis* during September 2005 to August 2006.

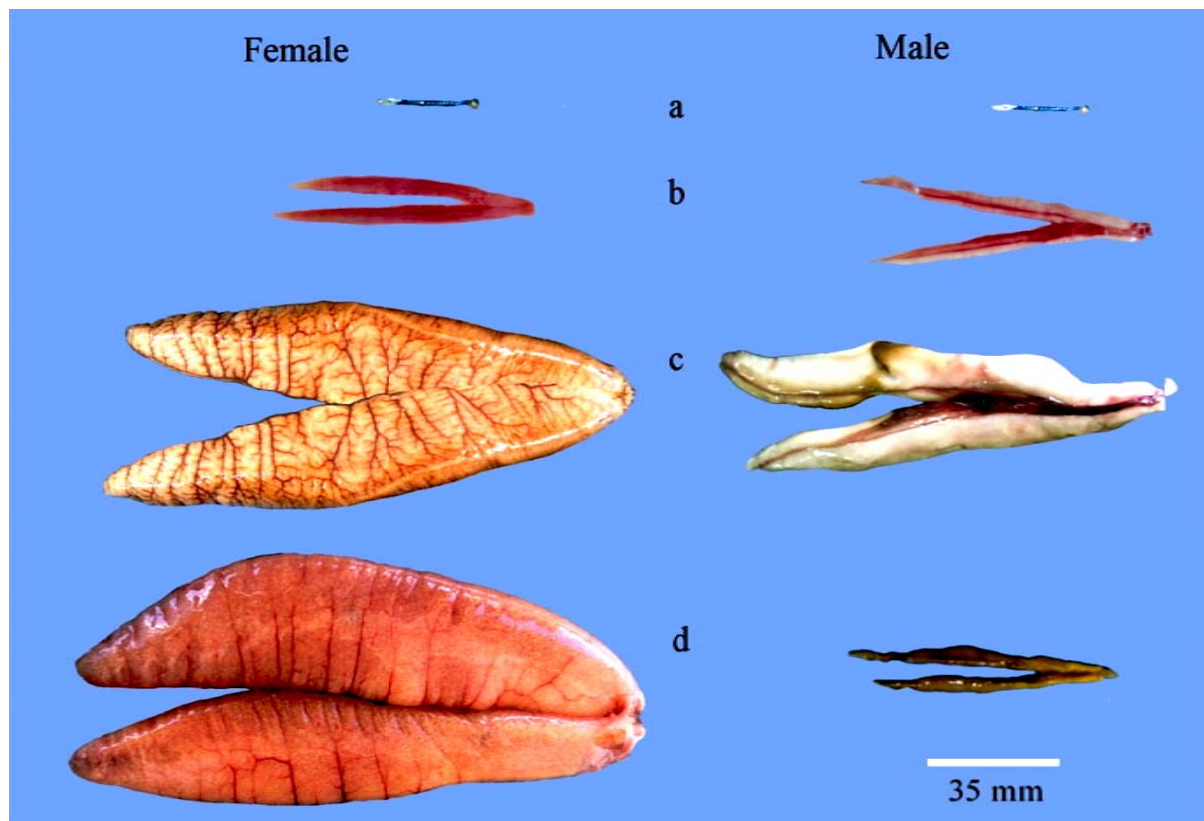
#### SIZE AT MATURITY ( $\ell_{50}$ & $\ell_{100}$ )

Fifty percent maturity was attained by males and females of *S. brasiliensis* at 280.5 mm. In case of males 50% maturity was attained at 246 mm and females at 315 mm. All males and females were mature ( $\ell_{100}$ ) at 440 and 520 mm respectively. Onset of maturity for males were earlier during the dry period at 255 mm ( $\ell_{50}$ ) and 450 mm ( $\ell_{100}$ ) and during the rainy season they mature later at 246 ( $\ell_{50}$ ) and 460 mm ( $\ell_{100}$ ). A similar pattern was observed for females, they mature earlier during dry season at 315 and 500 mm ( $\ell_{50}$  and  $\ell_{100}$ ) and at 320 and 515 mm during rainy season.

#### MACROSCOPIC AND HISTOLOGICAL EXAMINATIONS OF GONADS

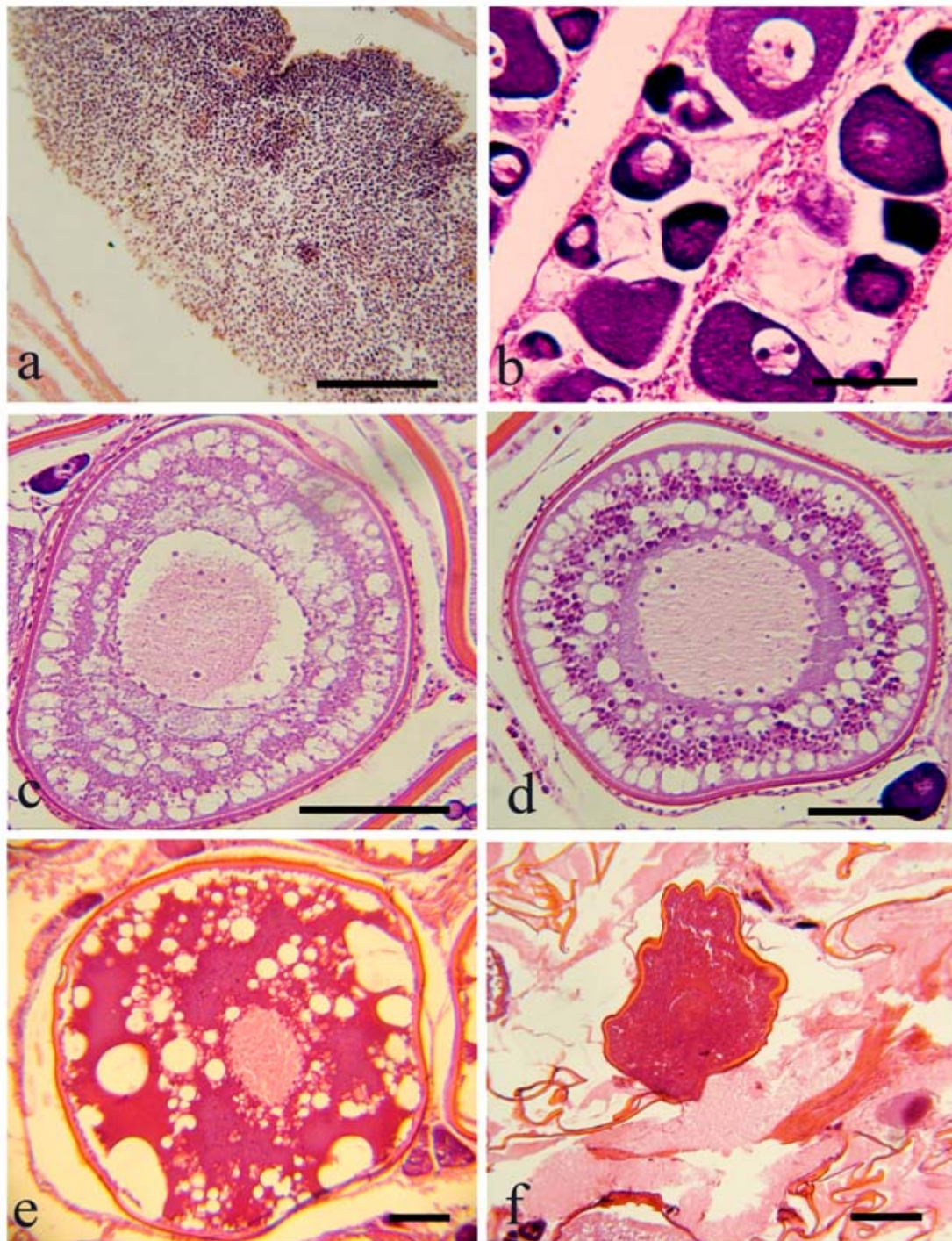
The gonads of male and female *S. brasiliensis* were bi-lobed, elongate, and joined posteriorly to form a short gonoduct leading to the urogenital pore. The macroscopic staging of ovaries and testes based on the external appearance showed four stages: immature,

developing, mature and spent (Fig 4). Classification and description of the macroscopic aspects of gonad maturity stages in the females and males of *S. brasiliensis* are given in Table I and II.



**FIG. 4.** Macroscopic aspects of gonads in females (left) and males (right) of *S. brasiliensis*: (a) Immature gonads, (b) developing gonads, (c) mature gonads and (d) spent and resting gonads (Scale bar =35mm).

Microscopic examination of histological sections of ovaries showed that the oocyte development was consistent along the whole length of the ovary depending on the degree of ovarian maturation. Ovaries revealed five stages of development: immature, early developing, late developing, mature, spent and resting. (Tab. I, Fig. 5 a-f). Testes showed four stages of development of spermatogonia, spermatocytes, spermatids and spermatozoa: immature, developing, mature, spent and resting (Tab. II).



**FIG. 5.** Histological aspects of oocyte stages in ovarian development of *S. brasiliensis*: (a) nest of oogonia; (b) chromatin nucleolus stage and early perinucleolar stage oocytes; (c) oocyte in yolk vesicle stage; (d) oocyte with yolk granules and oil vesicles stage; (e) mature oocyte; (f) oocyte in the process of atresia in a spent ovary (Scale bar =100  $\mu$ m).

**TABLE I.** Macroscopic and histological classification and descriptions of the ovarian maturity stages of *S. brasiliensis*.

Stage	Macroscopic description	Histological description
Immature	Ovaries small thread-like and translucent (Fig. 4a). Found in fish <200 mm.	Chromatin nucleolar stage, clusters of very small oocytes found lying just beneath the ovigerous lamella; young germ cells compactly fill the ovaries (Fig. 5a).
Early Developing:	Ovaries pinkish red and translucent (Fig. 4b).	Perinucleolar stage, oocytes with nucleoli at periphery of nucleus and cytoplasm thickens (Fig. 5b).  Cortical alveoli stage, oil vesicles appear (Fig. 5c).  Ovaries with early yolk globule and previtellogenic stage oocytes.
Late Developing:	Large ovaries with small opaque oocytes visible to the naked eye.	Yolk stage, oocytes show the presence of yolk granules near the periphery and oil vesicles within the inner region of the cytoplasm (Fig. 5d). Cytoplasmic vesicles with a uniform distribution.
Mature	Ovaries big and turgid, reddish with numerous oocytes, and intense superficial vascularization (Fig. 4c).	Nuclear migration and hydration stages, maturation into this stage is marked by the migration of the nucleus to the periphery of the oocyte, fusion of yolk granules into yolk plates and coalescence of oil droplets. (Fig. 5e). Nucleus breaks down when it reaches the periphery, hydration occurs.
Spent & Resting	Ovaries flaccid, pink and wrinkled (Fig. 4d).	Central region of the ovaries show hemorrhaging areas, empty spaces and residual oocytes in the reabsorbing process of atresia (Fig. 5f).

**TABLE II.** Macroscopic and histological classification and descriptions of the testicular maturity stages of *S. brasiliensis*.

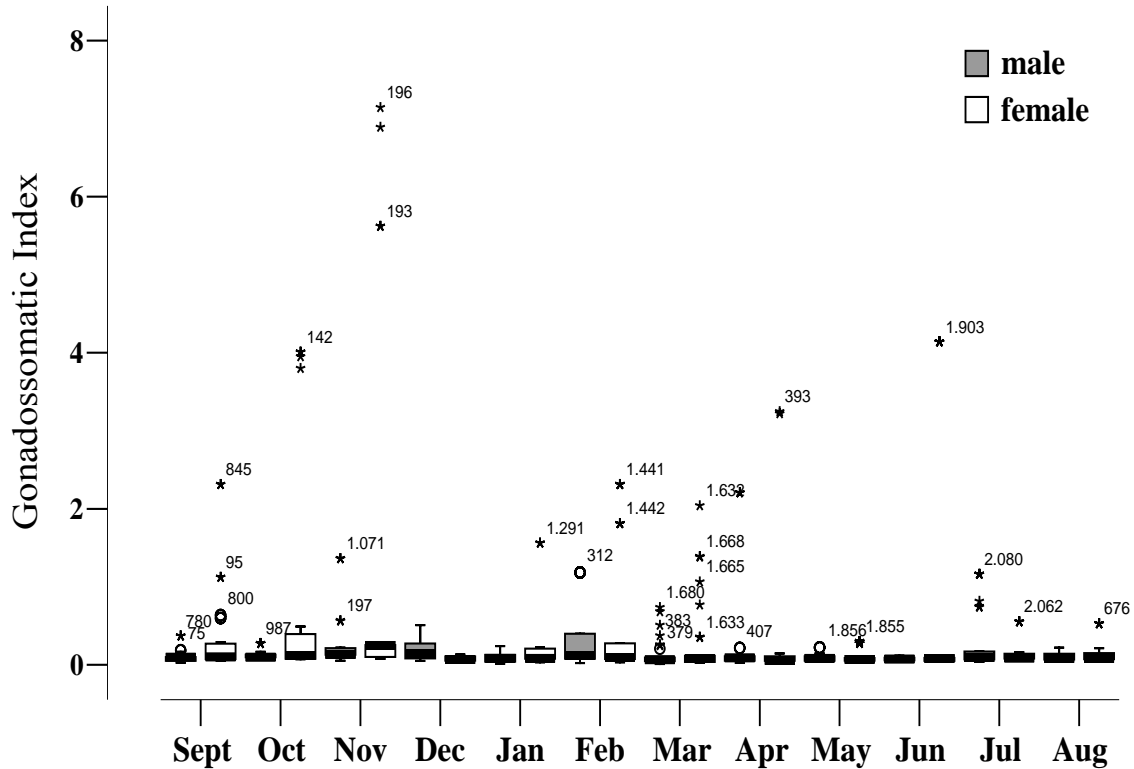
Stage	Macroscopic description	Histological description
Immature	Testes small, extremely thin and translucent (Fig. 4a).	Groups of germinative cells (spermatogonia) inside the testes, with basophylic nucleus and reduced cytoplasm.
Developing	Testes are lobed, whitish with blood vessels appearing in the periphery (Fig. 4b).	Cysts of spermatocytes and spermatids in the tubes and central canal of the testes.
Mature	Testes large and turgid, whitish with presence of blood vessels (Fig. 4c).	Testes with plenty of spermatozoa in the tubes and central canal.
Spent & Resting	Testes flacid, light brown with blood vessels (Fig. 4d).	Testes with residual spermatozoa in the central canal.

#### GONADOSOMATIC INDEX (GSI)

Mean GSI for grouped sex was 0.25%, which varied from 0.01 % to 7.14 % ( $\pm 0.66$ ). GSI of males varied from 0.01 to 2.2 ( $0.16 \pm 0.25$ ) and females from 0.02 to 7.14 ( $0.34 \pm 0.91$ ). Monthly values of GSI of developing, mature and spent females showed a period of peak reproductive activity during March-June. In April the adult females (n =4) had GSI varying from 0.14 to 3.24 ( $1.69 \pm 1.78$ ) and in June (n =16) from 0.08 to 4.14 ( $1.10 \pm 1.81$ ). GSI of adult males in February (n =24) varied from 0.11 to 1.18 ( $0.51 \pm 0.40$ ) and in July (n =15) from 0.10 to 1.16 ( $0.46 \pm 0.44$ ) (Fig. 6). Reproductive activity occurred during rainy season which lasted from February to August. During the rainy period GSI of males varied from 0.01 to 2.2 ( $0.16 \pm 0.25$ ) and that of females from 0.02 to 4.14 ( $0.27 \pm 0.67$ ). During drought GSI of males varied from 0.01 to 1.36 ( $0.16 \pm 0.18$ ), and that of females from 0.02 to 7.14 ( $0.46 \pm 1.19$ ). The highest GSI of females registered was in November (7.14) due to the



presence of only one mature individual with high GSI. The differences in the median values of GSI did not show significant difference ( $P > 0,05$ ).



**FIG. 6.** Monthly variation in GSI in females and males of *S. brasiliensis* during September 2005 to August 2006.

#### FECUNDITY AND BREEDING

Mature females had a total body length of 712.7 mm ( $\pm 117.3$ ) and weighed 2476.9 g ( $\pm 1043.82$ ), with ovaries on an average weighing 71.3 g ( $\pm 36.8$ ). Total fecundity was 871,523 mature eggs and relative fecundity was 952 mature eggs  $g^{-1}$ . Mature ovaries showed the reserve stock of perinucleolar stage oocytes (phase II) with diameter size  $<120 \mu m$  and mature oocytes with diameters ranging from 600  $\mu m$  to 750  $\mu m$ . Relative frequency distributions of the oocyte diameter sizes indicate that *S. brasiliensis* is a total spawner. Evidence of spawning was found in the histologically processed ovaries. The period of peak

reproductive activity occurred during March – June, coinciding with the rainy season which lasted from February to August.

#### RAINFALL

During the study period rainfall varied from 1.2 mm in November, 2005 to 427.9 mm in April, 2006 ( $138.9 \pm 135.9$ ). During this period northeastern Brazil experienced 5 months of drought, from September to January with rainfall ranging from 1.2 mm to 43.9 mm ( $21.3 \pm 17.4$ ), and 7 months of rain, from February to August ranging from 87.2 mm to 427.9 mm ( $206.7 \pm 128.1$ ).

### DISCUSSION

The present study documents the sex ratio, onset of sexual maturity, changes in the reproductive activity, fecundity and breeding in *S. brasiliensis* occurring in the coastal waters of Northeastern Brazil.

Sex ratio and size structure constitute basic information in assessing reproductive potential and estimating stock size in fish populations. A balanced (1male to 1female) sex ratio was observed for *S. brasiliensis* with no significant temporal differences. Regional differences in fishing gear can affect catch and probably more females can be caught due to the type of fishing gear used, thus resulting in biased sex ratios as have been observed by several workers. For *S. maculatus* captured in Venezuela, Franco (1992) observed a sex composition of 54.9% of males and 44.1% of females. In the Maranhão coast of Brasil, a significant difference in sex ratio for *S. brasiliensis* was recorded (Silva *et al.*, 2005), where females were predominant and outnumbered the males (1M:2F).

Fish population size structure is very important to assess the stock. This study establishes that females of *S. brasiliensis* are slightly bigger and heavier than males, in accordance with previous works carried out on this species (Fonteles-Filho, 1988; Franco, 1992). Growth of females most probably reflect the reproductive cycle, and as the ovaries mature they increase in weight and hence in total weight of fish. Differences in growth

patterns of males and females can thus provide a mechanism for an adaptive phenotypic response to changes in tropical coastal environments (Araújo & Chellappa, 2002).

The onset of sexual maturity represents a critical transition in the life history, since resource allocation is related mainly to growth before and to reproduction after the sexual maturity (Potts & Wootton, 1984). Thus, size at maturity of males and females is an important reproductive characteristic of fishes (Luksenburg & Pedersen, 2002; Chellappa *et al.*, 2005; Murua & Motos, 2006). In the current study, the onset of sexual maturity in males *S. brasiliensis* was earlier than in females, as development of testes occurred at a smaller body size than for ovaries. The males matured earlier than the females both during the rainy and drought periods. All males were mature at 440 and females at 520 mm and all fish below 200 mm were immature, in accordance with works conducted with on this species (Gesteira & Mesquita, 1976; Franco, 1992). Fish can achieve sexual maturity at sizes which are small in comparison with those found in other populations of the same species due to phenotypic plasticity, which allows them to respond adaptively to the environmental change. Detailed information on size at sexual and maturity gonad development of fish permits the calculation of minimum size at capture, in order not to deplete the breeding stock.

The present study establishes four macroscopic stages for males and females and five stages of ovarian follicle development for females of *S. brasiliensis*. The macroscopic classification and histological analyses of the ovaries and testes suggest that there is a regular pattern of gonadal development for each maturity stage, the immature, developing, mature and spent stages. Dias *et al.* (1998) discussed the possible omissions of the various gonadal developmental stages due to macroscopic analyses and high-lighted the importance of histological studies involving microscopic observations in order to correct the same. Macroscopic analyses of gonads enable only gross information and may involve errors and omissions, whereas, histological studies have revealed various ovarian developmental stages for fishes, such as, in blue warehou, *Seriolella brama* (Günther) (Knuckey & Sivakumaran,

2001), flying fish, *Hirundichthys affinis* (Günther) (Araújo & Chellappa, 2002) and Argentine hake, *Merluccius hubbsi* Marini (Honji *et al.*, 2006).

Fecundity plays a key role as both a critical parameter of stock assessment based on egg production and as a fundamental aspect of fish population dynamics. Fecundity in *S. brasiliensis* show a decreasing tendency since 1972, from a total fecundity of 2,047,000 eggs and relative fecundity of 1,892 eggs female g<sup>-1</sup> (Gesteira, 1972) to a total fecundity of 871,523 mature eggs and relative fecundity of 952 eggs female g<sup>-1</sup> in the present study. The following reasons can possibly be contributing to this situation. First, the indiscriminate harvesting of *S. brasiliensis* populations in the coastal waters of northeastern Brazil is possibly leading to a situation where the number of fish that reach maturity is being progressively reduced, thereby lowering their reproductive capacity. Second, the decrease in fecundity over the period 1972-2006 in *S. brasiliensis* can indicate a decrease in reproductive effort among spawning females during the latter period. This also suggests that the decrease in fecundity was primarily due to a decrease in the number of eggs g<sup>-1</sup> in the ovaries. *S. brasiliensis* is a total spawner releasing all of mature oocytes at the same time, on the other hand multiple spawners are characterised by the temporal pattern of ovarian stages, with the release of mature oocytes in batches as in *Cichla monoculus* Spix & Agassiz (Chellappa *et al.*, 2003).

The reproductive process, such as gonad maturation, in tropical fishes is influenced by various environmental changes induced by the onset of rains. Drought is a natural climatic situation which is characteristic of northeastern Brazil, with irregular distribution of rain in the region (Serhid, 2006). The spawning characteristics of males and females of *S. brasiliensis* showed that the peak period of reproductive activity was during March-June coinciding with the rainy season and very few spawning fish were found outside these months. The macroscopic and histological analysis of gonads equally confirmed that breeding season commenced with the onset of rains.

It is interesting to observe that the peak breeding season of *S. brasiliensis* in northeastern Brazil takes place in a sequential manner, March-June in the coastal areas of Natal, September in the littoral of Ceará and October in Maranhão coastal waters (Gesteira & Mesquita, 1976; Batista & Fabr  (2001). A similar trend was observed in Australia for Spanish mackerel *S. commerson* Lacep de (Mackie *et al.*, 2005). These probably reflect their migration for feeding and reproductive purposes. In tropical regions the rainfall plays an important role in determining the reproductive cycles of fishes and collective reproduction occurs during the time when environmental conditions are favorable for the survival of juvenile forms and when adequate food is available, besides protection from predators. Monthly variations of GSI of *S. brasiliensis* showed that peak breeding coincides with rainy season and possibly better environmental conditions.

Conservation of fish stocks in their natural habitat are usually endangered by abusive fishing of immature fishes which have not yet completed their reproductive cycle, as recruitment via reproduction is the means by which the resource is renewed (Lucena *et al.*, 2004). The traditional fishing communities depend on small scale artisanal fishery, which reflects their way of making a living and sustain their lifestyle. Though it is important to preserve this, it is also vital to programme the sustainability and conservation of the fisheries resource. In the predatory fishing technique of beach seine nets with small mesh size are used, in order to catch shrimps, which accounts for a large by-catch of small sized immature *S. brasiliensis*. Measures should be taken to regulate this fishery in order to conserve this valuable fishery resource.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

The authors wish to thank the National Council for Scientific and Technological Development of Brazil (CNPq) for the financial support awarded during the study period (J. T.



A. Ximenes de Lima, Grant nº. 141651/2005-9) and for the Research grants awarded (S. Chellappa, Grant nº. 307497/2006-2, A. Araújo, Grant nº. 302012/2006-0 and N. T. Chellappa, Proc.No.306274/2003-5).

## REFERENCES

- Araújo, A. S. & Chellappa, S. (2002). Estratégia reprodutiva do peixe voador, *Hirundichthys affinis* Günther (Osteichthyes, Exocoetidae). *Revista Brasileira de Zoologia* **19** (3) 691-703.
- Batista, V. S. & Fabr e, N. N. (2001). Temporal and spatial patterns on serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Teleostei, Scombridae) catches from the fisheries on the Maranhão coast. Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **61** (4), 541-546.
- Carpenter, K. E. (2002). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes. Part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication* No. 5. Rome: FAO. 601-1374.
- Chellappa, S., C mara, M. R., Chellappa, N. T., Beveridge, M. C. M. & Huntingford, F. A. (2003). Reproductive ecology of a neotropical cichlid fish, *Cichla monoculus* (Osteichthyes, Cichlidae). *Brazilian Journal of Biology*. **63**, (1), 17 – 26.
- Chellappa, S., C mara, M. R. & Verani, J. R. (2005). Ovarian development in the Amazonian red discus, *Symphysodon discus* Heckel (Osteichthyes, Cichlidae). *Brazilian Journal of Biology* **65** (4): 609 – 616.
- Collette, B. B., Russo, J. L. & Zavala-Camin, L. A. (1978). *Scomberomorus brasiliensis*, a new species of Spanish mackerel from the western Atlantic. *Fishery Bulletin* **76** (1): 273-280.

- De Martini, E. E. & Fountain, R. (1981). Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the queenfish, *Seriphus politus*: Attributes representative of serial spawning fishes. *Fisheries Bulletin* **79** (3), 547-559.
- Dias, J. F., Peres-Rios, E., Chaves, P. T. C. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (1998). Análise macroscópica dos ovários de teleósteos: problemas de classificação e recomendações de procedimentos. *Revista Brasileira de Biologia*, Brazil. **58** (1): 55-69.
- Fonteles-Filho, A. A. (1988). Sinopse de informações sobre a Cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) e a serra, *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Pisces: Scombridae), no Estado do Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, Brazil. **27**: 21-48.
- Fonteles-Filho, A. A. (1989). *Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica da população*. Imprensa Oficial do Ceará: Fortaleza, Brazil. 296p.
- Franco, L. (1992). Maduración sexual y fecundidad Del Carite (*Scomberomorus maculatus*) de las costas Del Estado Falcón, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. **10** (2):157-169.
- Gesteira, T. C. V. (1972). Sobre a reprodução e fecundidade da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), no Estado do Ceará. *Arquivos de Ciências do Mar*. **12** (2):117-122.
- Gesteira, T. C. V. & Mesquita, A. L. L. (1976). Época de reprodução, tamanho e idade na primeira desova da cavala e da serra, na costa do Estado do Ceará (Brasil). *Arquivos de Ciências do Mar*, Brazil. **16** (2): 83-86.
- Honji, R. M; Vaz-Dos-Santos, A. M. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (2006). Identificacation of the stages of ovarian maturation of the Argentine hake *Merluccius hubbsi* Marini, 1993 (Teleostei: Merlucciidae): advantages and disavantages of the use of the macroscopic and microscopic scales. *Neotropical Ichthyology* **4** (3): 329-337.

- Knuckey, I. A. & Sivakumaran, K. P. (2001). Reproductive characteristics and per-recruit analyses of blue warehou (*Seriolella brama*): implications for the South East Fishery of Australia. *Marine and Freshwater Research*, Australia. **52**, 575-587.
- Lima, J. T. A. X., Chellappa, S. & Thatcher, V. E. (2005). *Livoneca redmanni* Leach (Isopoda, Cymothoidae) and *Rocinela signata* Schioedte & Meinert (Isopoda, Aegidae), ectoparasites of *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Osteichthyes, Scombridae) in Rio Grande do Norte, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **22** (4):1104-1108.
- Lucena, F., Lessa, R., Kobayashi, R. & Quiorato, A. L. (2004). Aspectos biológico-peaqueiros da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, capturada com rede-de-espera no nordeste do Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, Brazil. **37**: 99-104.
- Luksenburg, J. A. & Pedersen, T. (2002). Sexual and geographical variation in life history parameters of the shorthorn sculpin. *Journal of Fish Biology* **61**:1453-1464.
- Mackie, M. C & Lewis, P. D. (2001). Assessment of gonad staging systems and other methods used in the study of the reproductive biology of the narrow-barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commerson*, in Western Australia. *Fisheries Research Report*. No. 136. 48p.
- Mackie, M. C., Lewis, P. D., Gaughan, D. J. & Newman, S. J. (2005). Variability in spawning frequency and reproductive development of the narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) along the west coast of Australia. *Fishery Bulletin*, Australia **103**:344 – 354.
- Murua, H. & Motos, L. (2006). Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *Journal of Fish Biology* **69**, 1288-1303.

- Palmer, E. E., Sorensen, P. W. & Adelman, I. R. (1995). A histological study of seasonal ovarian development in freshwater drum in the Red Lakes, Minnesota. *Journal of Fish Biology* **47**: 199-210.
- Potts G. W. & Wootton, R. J. (1984). *Fish reproduction: strategies and tactics*. Academic Press, London. 410 p.
- Serhid, RN. (2006). *Coleção águas potiguares*. (Secretaria de Recursos Hídricos, Águas Potiguares, Rio Grande do Norte) Natal, Brazil. 89p.
- Silva, G. C., Castro, A. C. L. & Gubiani, E. A. (2005). Estrutura populacional e indicadores reprodutivos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo e Zavala-Camin, 1978 (Perciformes: Scombridae) no litoral ocidental maranhense. *Acta Scientiarum*, Maringá, **27** (4): 383-389.
- Vazzoler, A. E. A. M. (1996). *Biologia de reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá, Brazil. 169 p.
- West, G. (1990). Methods of assessing ovarian development in Fishes: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **41**: 199-222.
- Wootton, R. J. Evans, G. W. & Mills, L. A. (1978). Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *Journal of Fish Biology* **12**: 331-343.
- Yoshida, H. O. (1964). Skipjack tuna spawning in the Marquesas Islands and Tuamotu Archipelago. *Fisheries Bulletin* **65** (2), 479-488.

## FISHERIES RESEARCH



**Editor-in-Chief:\***  
**A. D. McIntyre**

**ARTIGO EM PREPARAÇÃO**

### **Ovarian development and spawning of the Serra Spanish mackerel in the Southwest Atlantic coastal waters**

J. T. A. X. Lima<sup>a</sup>; A. Araújo<sup>a</sup>; N. T. Chellappa<sup>b</sup> and S. Chellappa<sup>b</sup>

# Ovarian development and spawning of the Serra Spanish mackerel in the Southwest Atlantic coastal waters

J. T. A. X. Lima<sup>a</sup>, A. Araújo<sup>a</sup>, N. T. Chellappa<sup>b</sup> and S. Chellappa<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Postgraduate Program in Psychobiology, Department of Physiology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte State, Brazil, CEP 59.072-970.

E-mail: ticiano.ximenes@gmail.com; E-mail: arrilton@gmail.com

<sup>b</sup> Postgraduate Program in Aquatic Bioecology, Department of Oceanography and Limnology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. Brazil, CEP 59.072-970. E-mail: bama@dol.ufrn.br

**Running headline:** Ovarian development of Serra Spanish mackerel

---

## Abstract

The Serra Spanish mackerel, *Scomberomorus brasiliensis* is an important fishery resource of the Atlantic Ocean and is a major component of the Brazilian artisanal fishery. Ovarian development and spawning period of *S. brasiliensis* in the Southwest Atlantic coastal waters were investigated using both macroscopic and histological techniques. Mean monthly values of GSI and ovarian maturation indicate that the main spawning period occurs during the rainy season.

**Keywords:** Serra Spanish mackerel; spawning period; ovarian development; histology of ovary.

---

## 1. Introduction

The Serra Spanish mackerel, *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin) (Osteichthyes: Scombridae) occurs in the Western Atlantic, along the Caribbean in Central Atlantic coasts and Southwest Atlantic from Belize to Rio Grande do Sul, Brazil (Collette *et al.*, 1978). It is an important fishery resource of the Atlantic Ocean and is a major component of the Brazilian artisanal fishery with high commercial value.

Although *S. brasiliensis* is an important food fish throughout most of its distributional range, limited details are available about the gonadal development of this species.

Information on ovarian maturity is required for stock assessments, which is insufficiently described in the literature available for this species. Some aspects of the reproductive biology of *S. brasiliensis* have been studied throughout its geographical range. In Southwest Atlantic coastal waters, females of *S. brasiliensis* attain gonad maturity at 280 mm and males at 345 mm of total body length (Lima *et al.*, 2007). Estimates of absolute and relative fecundity have been made (Gesteira, 1972; Gesteira & Mesquita, 1976; Lima *et al.*, 2007). Despite these studies, a complete description of the reproductive cycle of *S. brasiliensis* including oogenesis and spawning strategy has not been documented.



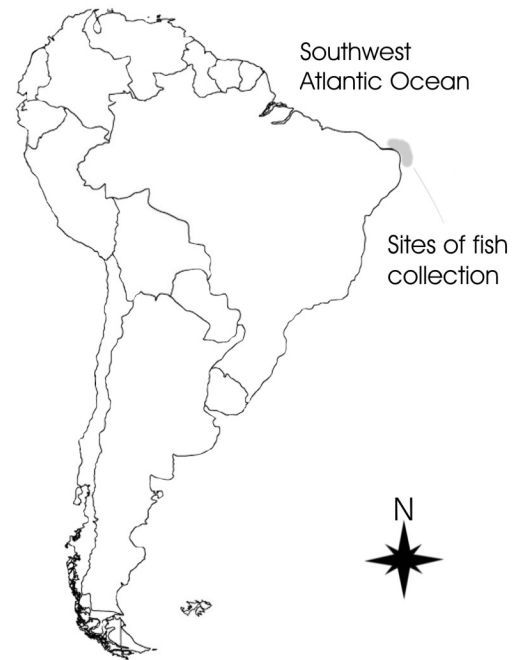
The objective of this study was to provide a comprehensive description of the macroscopic and histological aspects of ovarian maturation of Serra Spanish mackerel, *S. brasiliensis* of the Atlantic Ocean coastal waters of northeastern Brazil. This study also examines the annual variation in the gonadosomatic index focusing on spawning season. An attempt is made to correlate the spawning season of this species with rainfall, one of the environmental factors known to modulate the duration and timing of the spawning period of tropical fish.

## 2. Materials and methods

### 2.1 Sample Collection

During the period of September 2005 to August 2006, monthly samples ( $n = 20$ ) of Serra Spanish mackerel were collected from artisanal fishery at various locations in the coastal waters situated between latitudes  $0^{\circ}00'$  and  $10^{\circ}00'S$ , longitudes  $32^{\circ}00'$  and  $40^{\circ}00'W$  in the Southwest Atlantic specifically from Natal Division of Northern Sub-area (Figure 1). The samples collected were random subsamples of a larger catch landed by fisherman. Fish were caught by local fishermen using beach-seines from the coastal waters of approximately  $<10$  m depth. The beach-seines were 110 m in length, 3 m in height, with a mesh size of 1 cm in the central part and 7 cm in the extremities. Fish collected from the beach-seine fishing process were numbered, measured, weighed and

samples of whole fish were used for morphometric analysis to confirm the taxonomical identification of the species (Carpenter, 2002). Rainfall data of the region was obtained from the Meteorological Department of Natal, Brazil.



**Figure 1.** Fish collection site in the coastal waters of the Southwest Atlantic.

### 2.2 Measurements

A total of 826 fish was collected during the study period and the sample size was sufficiently large to allow accurate estimations. The total body length ( $L_t$ ) of fish were measured to the nearest 1 mm and body mass ( $W_t$ ) recorded ( $\pm 1$  g). Fish were dissected within a few hours of capture, and gonads were removed, weighed ( $W_g \pm 0.1$  mg) and examined to separate the sex. A total

of 402 females collected were separated for detailed studies.

### 2.3 Macroscopic and histological examinations of ovaries

The location and general aspects of the ovaries were noted and stage of reproductive maturity determined using a macroscopic staging system.

The degree of turgidity, colour and presence of blood vessels of the ovaries were observed (Mackie & Lewis, 2001). In order to avoid possible variation in the developmental stage of oocytes due to their position in the ovaries, histological examinations were carried out on sections from the anterior (cephalic), middle (central), and posterior (caudal) regions of 20 ovaries in different developmental stages (Yoshida, 1964).

These data were later compared in order to determine whether samples taken from mid-section of the ovary of either lobe were representative of oocyte development. The gonads were preserved in Bouin's solution, later embedded in paraffin, sectioned at 3 – 5  $\mu\text{m}$  thickness, and stained with Harris hematoxylin and eosin (H&E).

Ovarian developmental stages were assessed microscopically with the help of light microscope (Taimin, model TM 800), coupled with a video camera (Kodo Digital). The terminology used for stages of oogenesis followed that of West (1990) and Palmer *et al.* (1995).

### 2.4 Estimation of Gonadosomatic index and spawning period

The gonadosomatic index (GSI) was calculated using the formula of Wootton *et al.* (1978):  $\text{GSI} = \text{weight of ovary (g)} / \text{body weight of fish (g)} - \text{weight of gonads (g)} \times 100$ . Period of breeding was determined by the temporal relative frequency distribution of the different stages of ovarian maturation (De Martini & Fountain 1981).

### 2.5 Statistical analyses

Gonadosomatic indices of females during rainy and dry periods were compared at 5% level using Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks (Software Statistica, version 7.0 Windows). Pearson's correlation tests were performed to determine the correlation between the variables weight and length of host fish and number of parasites. The t-test was applied to compare the mean condition factor of the parasitized and non-parasitized fish. The  $\chi^2$  (chi-square) test was used to verify the differences and their significance (5%) in the proportion between parasitized male and female host fish. The statistical analyses were conducted using Statistica 7.0 software.

## 3. Results

### 3.1 Rainfall

During the study period rainfall varied from 1.2 mm in November, 2005 to 427.9 mm

in April, 2006 ( $138.9 \pm 135.9$ ). During this period northeastern Brazil experienced 5 months of drought, from September to January with rainfall ranging from 1.2 mm to 43.9 mm ( $21.3 \pm 17.4$ ), and 7 months of rain, from February to August ranging from 87.2 mm to 427.9 mm ( $206.7 \pm 128.1$ ).

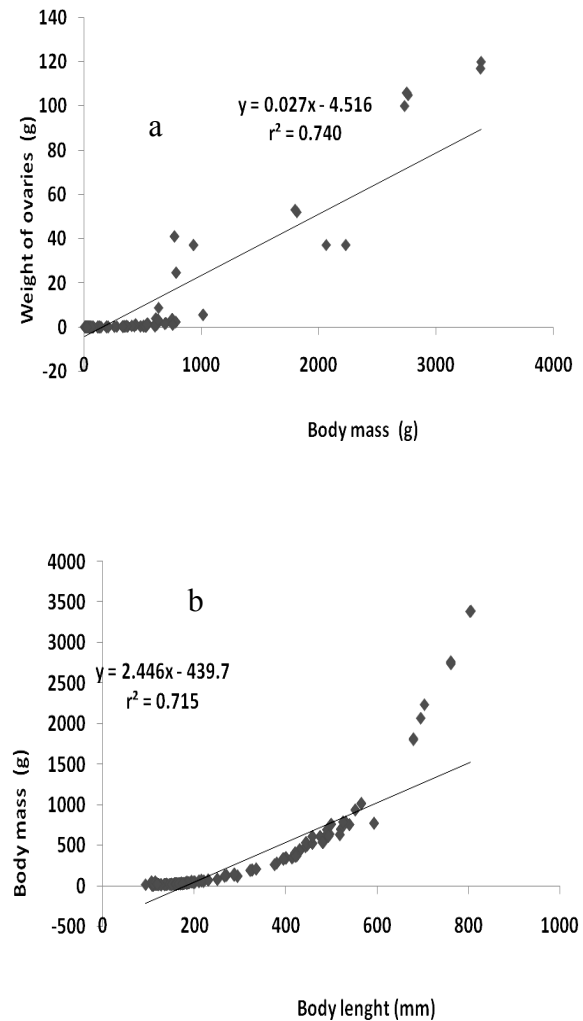
### 3.2 Total body length and weight

Amplitude of total body length (Lt) of the sampled females over the whole year varied from 93 to 805 mm ( $289.2 \pm 153.4$ ). During the drought period, their total body length ranged from 107 to 805 ( $312.2 \pm 176.5$ ), and during the rainy season from 93 to 565 mm ( $275.0 \pm 135.9$ ). A higher frequency of occurrence of females in the class intervals 100 - 200 mm. of total body length was registered throughout the year. The amplitude of total body weight (Wt) of the females varied from 8.1 to 3385 g ( $265.6 \pm 430.9$ ) over the year. During the drought period, total body weight of females varied from 8.1 to 4390 g ( $382.4 \pm 692.5$ ) and during the rainy season from 11 to 1015.8 g ( $206.5 \pm 250.9$ ). A higher frequency of occurrence of females in the class intervals 8 to 500 g of body weight was observed throughout the year.

The amplitude of gonad weight (Wg) varied from 0.005 to 119.99 g ( $2.97 \pm 0.72$ ) over the year. The analyze of the figure 2a and b shows the positive correlations ( $r^2 > 0.7$ ) of body mass and length and of gonad weight and body mass of females *S. brasiliensis*.

### 3.3 Macroscopic and histological aspects of ovaries

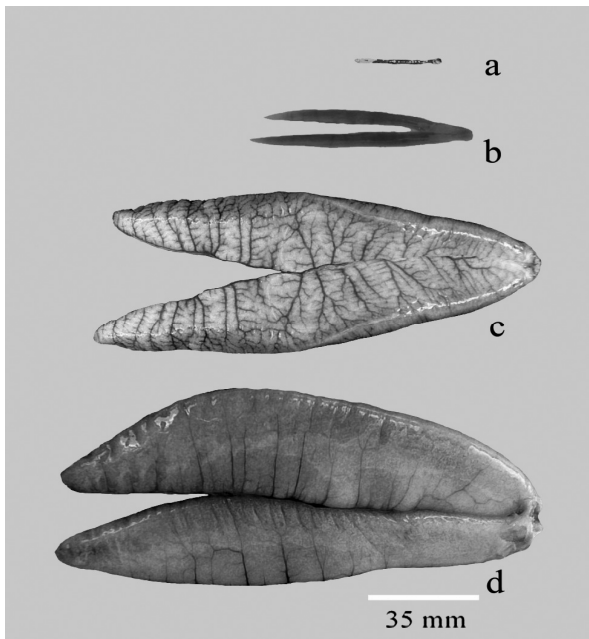
The ovaries were bi-lobed, elongate, and joined posteriorly to form a short gonoduct leading to the urogenital pore.



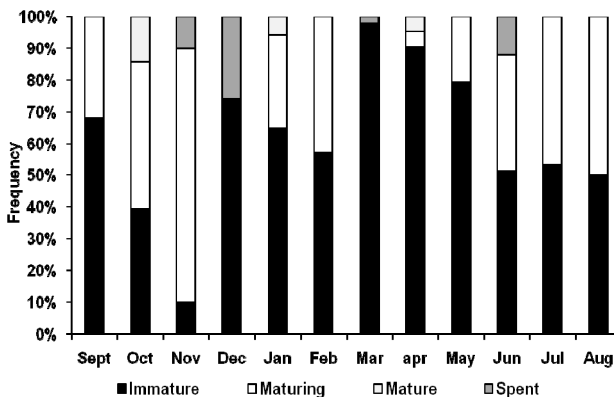
**Figure 2.** Correlations of (a) body mass (Wt) and length (Lt); (b) gonad weight (Wg) and body mass (Wt) of females *S. brasiliensis*.

The macroscopic staging of ovaries based on the external appearance monthly showed four stages: immature, developing, mature and spent (Figure 3). Classification and description of the macroscopic aspects of ovarian development stages are given in table I.

The figure 4 shows the monthly frequency of ovarian maturity stages in *S. brasiliensis* during 2005 to 2006.



**Figure 3.** Macroscopic aspects of ovaries of *S. brasiliensis* (a) immature, (b) developing, (c) mature and (d) spent (Scale bar = 35mm).



**Figure 4.** Monthly frequency of ovarian maturity stages in *S. brasiliensis* during 2005 to 2006.

Microscopic examination of histological sections of ovaries showed that the oocyte development was consistent along the whole length of the ovary depending on the degree of ovarian maturation. Ovaries revealed five stages of oocyte development: immature,

early developing, late developing, mature, spent & resting (Table I, Figure 5a-d).

### 3.4 Gonadosomatic Index (GSI)

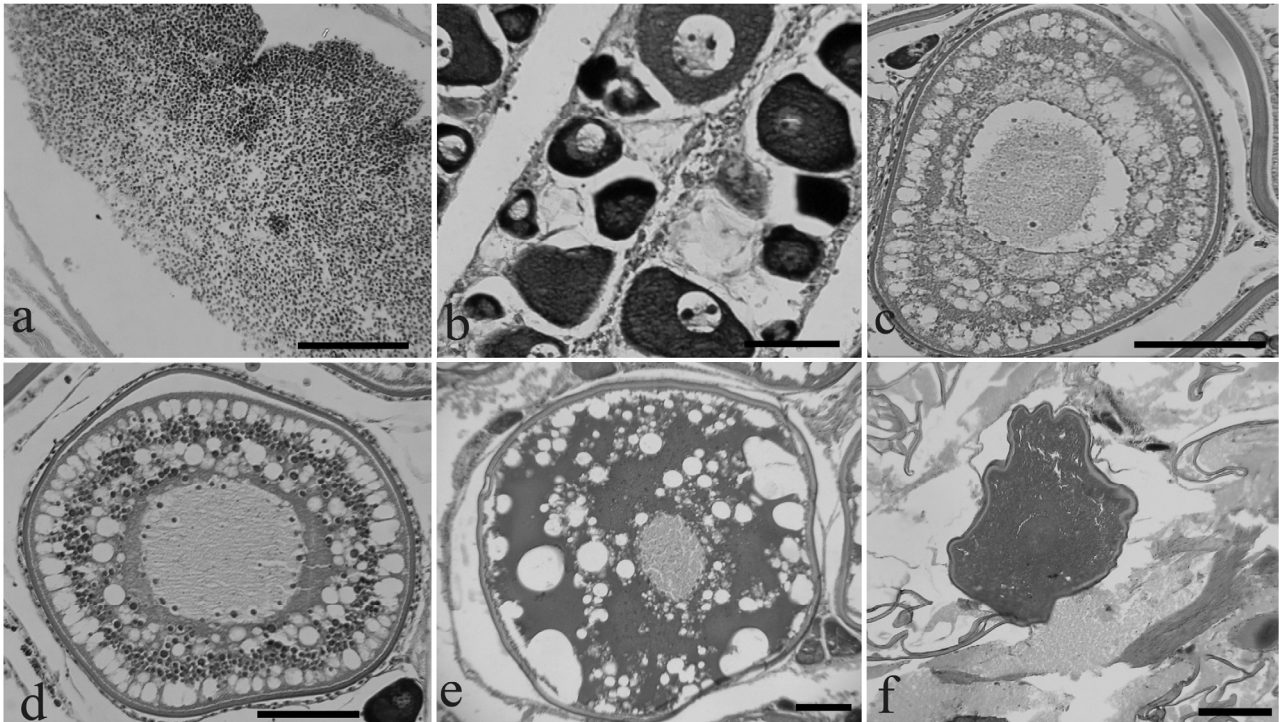
GSI of females varied from 0.02 to 7.14 ( $0.34 \pm 0.91$ ). Monthly values of GSI of developing, mature and spent females showed a period of peak reproductive activity during the months of March to June. In April the adult females ( $n = 4$ ) had GSI varying from 0.14 to 3.24 ( $1.69 \pm 1.78$ ) and in June ( $n = 16$ ) from 0.08 to 4.14 ( $1.10 \pm 1.81$ ) (Figure 6). Reproductive activity occurred during rainy season which lasted from February to August. During the rainy period, GSI of females varied from 0.02 to 4.14 ( $0.27 \pm 0.67$ ) and during the dry season, GSI ranged from 0.02 to 7.14 ( $0.46 \pm 1.19$ ). The highest GSI of females registered was in November (7.14) due to the presence of only one mature individual with high GSI. The differences in the mean values of GSI did not show significant difference ( $P > 0.05$ ) (Figure 6).

### 3.5 Spawning period

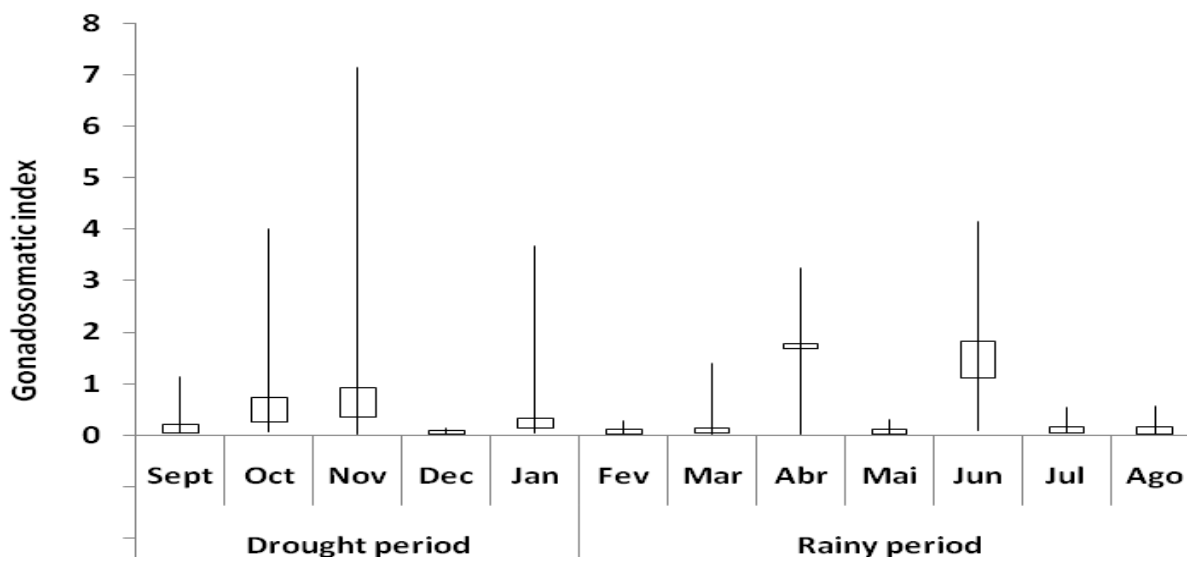
Mature females had a total body length of 712.7 mm ( $\pm 117.3$ ) and weighed 2476.9 g ( $\pm 1043.82$ ), with ovaries on an average weighing 71.3 g ( $\pm 36.8$ ). Mature ovaries showed the reserve stock of perinucleolar stage oocytes (phase II) with diameter size  $< 120 \mu\text{m}$  and mature oocytes with diameters ranging from 600 to 750  $\mu\text{m}$ .

Evidence of spawning was found in the histologically processed ovaries. The period of peak reproductive activity occurred during

March – June, coinciding with the rainy season which lasted from February to August.



**Figure 5.** Histological aspects of oocyte developmental stages of *S. brasiliensis*: (a) nest of oogonia; (b) chromatin nucleolus stage and early perinucleolar stage oocytes; (c) oocyte in yolk vesicle stage; (d) oocyte with yolk granules and oil vesicles stage; (e) mature oocyte; (f) oocyte in the process of atresia in a spent ovary (Scale bar =100  $\mu$ m).



**Figure 6.** Monthly variation in Gonadosomatic Index (GSI) of *S. brasiliensis* during 2005 to 2006.

#### 4. Discussion

The present study documents the changes in the ovarian activity and spawning in Serra Spanish mackerel occurring in the coastal

waters of Atlantic Ocean off northeastern Brazil. Growth of females reflect the reproductive cycle, since as the ovaries mature they increase in weight and hence in total weight of fish.

**TABLE I.** Macroscopic and histological classification and description of the ovarian maturity stages of *S. brasiliensis*.

Stage	Macroscopic description	Histological description
<b>Immature</b>	Ovaries small thread-like and translucent (Figure 3a). Found in fish <200 mm.	Chromatin nucleolar stage, clusters of very small oocytes found lying just beneath the ovigerous lamella; young germ cells compactly fill the ovaries (Figure 5a).
<b>Early Developing:</b>	Ovaries pinkish red and translucent (Figure 3b).	Perinucleolar stage, oocytes with nucleoli at periphery of nucleus and cytoplasm thickens (Figure 5b). Cortical alveoli stage, oil vesicles appear (Figure 5c). Ovaries with early yolk globule and previtellogenic stage oocytes.
<b>Late Developing:</b>	Large ovaries with small opaque oocytes visible to the naked eye.	Yolk stage, oocytes show the presence of yolk granules near the periphery and oil vesicles within the inner region of the cytoplasm (Figure 5d). Cytoplasmic vesicles with a uniform distribution.
<b>Mature</b>	Ovaries big and turgid, reddish with numerous oocytes, and intense superficial vascularization (Figure 3c).	Nuclear migration and hydration stages, maturation into this stage is marked by the migration of the nucleus to the periphery of the oocyte, fusion of yolk granules into yolk plates and coalescence of oil droplets. (Figure 5e). Nucleus breaks down when it reaches the periphery, hydration occurs.
<b>Spent and Resting</b>	Ovaries flaccid, pink and wrinkled (Figure 3d).	Central region of the ovaries show hemorrhaging areas, empty spaces and residual oocytes in the reabsorbing process of atresia (Figure 5f).

Differences in growth patterns of females can thus provide a mechanism for an adaptive phenotypic response to changes in tropical coastal environments. The onset of sexual maturity represents a critical transition in the life history, since resource allocation is

related mainly to growth before and to reproduction after the sexual maturity (Potts & Wootton, 1984). The present study establishes four macroscopic stages and five stages of ovarian oocyte development for females of Serra Spanish mackerel. The



macroscopic classification and histological analyses of the ovaries suggest that there is a regular pattern of gonadal development for each maturity stage, such as the immature, developing, mature and spent stages. Histological studies have revealed various ovarian developmental stages for fishes, as in blue warehou, *Serirolella brama* (Günther) (Knuckey & Sivakumaran, 2001), Argentine hake, *Merluccius hubbsi* Marini (Honji *et al.*, 2006) and the white mullet, *Mugil curema* in the South Caribbean (Solomon & Ramnarine, 2007).

The reproductive process, such as gonad maturation, in tropical fishes is influenced by various environmental changes induced by the onset of rains. Drought is a natural climatic situation which is characteristic of northeastern Brazil, with an irregular pattern of distribution of rain in the region.

The spawning characteristics of females of Serra Spanish mackerel showed that the peak period of reproductive activity was during March-June coinciding with the rainy season and very few spawning fish were found outside these months. The macroscopic and histological analysis of ovaries equally confirmed that breeding season commenced with the onset of rains.

In tropical regions the rainfall plays an important role in determining the reproductive cycles of fishes and collective reproduction occurs during the time when environmental

conditions are favorable for the survival of juvenile forms and when adequate food is available, besides protection from predators. Monthly variations of GSI of Serra Spanish mackerel showed that peak breeding coincides with rainy season and possibly better environmental conditions.

It is interesting to observe that the peak breeding season of Serra Spanish mackerel in northeastern Brazil takes place in a sequential manner, in the coastal areas of Natal the spawning season is from March-June whereas in the Maranhão coastal waters of Brazil spawning has been reported in October (Batista & Fabr e, 2001). A similar trend was observed in Australia for Spanish mackerel *S. commerson* Lacep de (Mackie *et al.*, 2005). These probably reflect their migratory route for feeding and reproductive purposes.

Conservation of fish stocks in their natural habitat are usually endangered by abusive fishing of immature fishes which have not yet completed their reproductive cycle, as recruitment via reproduction is the means by which the resource is renewed.

The traditional fishing communities depend on small scale artisanal fishery, which reflects their way of making a living and sustain their lifestyle. Though it is important to preserve this traditional fishery, it is also vital to programme the sustainability and conservation of the coastal fisheries resources. In the predatory fishing technique of beach

seine nets where small mesh sizes are used, in order to catch shrimps, which account for a large by-catch of small sized immature Serra Spanish mackerel. Measures should be taken to regulate this fishery in order to conserve this valuable fishery resource.

### Acknowledgements

The authors wish to thank the National Council for Scientific and Technological Development of Brazil (CNPq) for the financial support awarded during the study period (J. T. A. Ximenes de Lima, Grant n°. 141651/2005-9) and for the Research grants awarded (S. Chellappa, Grant n°. 307497/2006-2, A. Araújo, Grant n°. 302012/2006-0 and N. T. Chellappa, Grant n°. 306274/2003-5).

### References

- Batista, V. S. & Fabr e, N. N. (2001). Temporal and spatial patterns on Serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Teleostei, Scombridae) catches from the fisheries on the Maranhão coast. Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **61** (4), 541-546.
- Carpenter, K. E. (2002). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes. Part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication* No. 5. Rome: FAO. 601-1374.
- Collette, B. B., Russo, J. L. & Zavala-Camin, L. A. (1978). *Scomberomorus brasiliensis*, a new species of Spanish mackerel from the western Atlantic. *Fishery Bulletin* **76** (1): 273-280.
- De Martini, E. E. & Fountain, R. (1981). Ovarian cycling frequency and batch fecundity in the queenfish, *Seriphus politus*: Attributes representative of serial spawning fishes. *Fisheries Bulletin* **79** (3), 547-559.
- Franco, L. (1992). Maduraci n sexual y fecundidad Del Carite (*Scomberomorus maculatus*) de las costas Del Estado Falcón, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. **10** (2):157-169.
- Funicane, J. H., L. A., Collins, H. A. Brusher & Saloman, C. H. 1986. Reproductive biology of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, from the southeastern United States. *Fish. Bull.* 84(4):841-850.
- Gesteira, T. C. (1972). Sobre a reprodu o e fecundidade da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), no Estado do Cear . *Arq. Ci n. Mar*; Fortaleza. v.12, n.2, 117-122.
- Gesteira, T. C. & Mesquita, A. L. L. (1976).  poca de reprodu o, tamanho e idade na primeira desova da cavala e da serra, na costa do Estado do Ceará (Brasil). *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v.16, n.2, p.83-86.
- Honji, R. M; Vaz-Dos-Santos, A. M. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (2006). Identificac o of the stages of ovarian

- maturation of the Argentine hake *Merluccius hubbsi* Marini, 1993 (Teleostei: Merlucciidae): advantages and disadvantages of the use of the macroscopic and microscopic scales. *Neotropical Ichthyology*. 4 (3): 329-337.
- Knuckey, I. A. & Sivakumaran, K. P. (2001). Reproductive characteristics and per-recruit analyses of blue warehou (*Seriolella brama*): implications for the South East Fishery of Australia. *Marine and Freshwater Research*, Australia. 52, 575-587.
- Lima, J. T. A. X. De; Fonteles-Filho, A. A.; Chellappa, S. (2007). Biologia Reprodutiva da Serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Osteichthyes: Scombridae), em águas costeiras do Rio Grande do Norte. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 40, 24-30.
- Luksenburg, J. A. & Pedersen, T. (2002). Sexual and geographical variation in life history parameters of the shorthorn sculpin. *Journal of Fish Biology* 61:1453-1464.
- Mackie, M. C & Lewis, P. D. (2001). Assessment of gonad staging systems and other methods used in the study of the reproductive biology of the narrow-barred Spanish mackerel, *Scomberomorus commerson*, in Western Australia. *Fisheries Research Report*. No. 136. 48p.
- Mackie, M. C., Lewis, P. D., Gaughan, D. J. & Newman, S. J. (2005). Variability in spawning frequency and reproductive development of the narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) along the west coast of Australia. *Fishery Bulletin*, Australia 103:344 – 354.
- Murua, H. & Motos, L. (2006). Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *Journal of Fish Biology* 69, 1288-1303.
- Palmer, E. E., Sorensen, P. W. & Adelman, I. R. (1995). A histological study of seasonal ovarian development in freshwater drum in the Red Lakes, Minnesota. *Journal of Fish Biology* 47: 199-210.
- Potts G. W. & Wootton, R. J. (1984). *Fish reproduction: strategies and tactics*. Academic Press, London. 410 p.
- Solomon, F. N. & Ramnarine, I. W. (2007). Reproductive biology of white mullet, *Mugil curema* (Valenciennes) in the Southern Caribbean, *Fisheries Research* 88:133–138
- West, G. (1990). Methods of assessing ovarian development in Fishes: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41: 199-222.
- Wootton, R. J. Evans, G.W. & Mills, L.A. (1978). Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *Journal of Fish Biology* 12: 331-343.
- Yoshida, H. O. (1964). Skipjack tuna spawning in the Marquesas Islands and Tuamotu Archipelago. *Fisheries Bulletin* 65 (2), 479-488.

# Revista Brasileira de Zoologia

ISSN 0101-8175  
ISSN 1806-969X



Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, 22 (4): 821-1224, dezembro 2005

***Livoneca redmanni* Leach (Isopoda, Cymothoidae) e *Rocinela signata* Schioedte & Meinert (Isopoda, Aegidae), ectoparasitos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Osteichthyes, Scombridae) no Rio Grande do Norte, Brasil**

José T. A. X. de Lima<sup>1,3</sup>, Sathyabama Chellappa<sup>1</sup> & Vernon E. Thatcher<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Praia de Mãe Luiza, Via Costeira, 59014-100 Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. E-mail: ximenesvet@ig.com.br; bama@dol.ufrn.br

<sup>2</sup> Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 19020, 81531-980 Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: thatcher@ufpr.br

<sup>3</sup> Autor correspondente.

**ABSTRACT.** *Livoneca redmanni* Leach (Isopoda, Cymothoidae) and *Rocinela signata* Schioedte & Meinert (Isopoda, Aegidae), ectoparasites of *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Osteichthyes, Scombridae) in Rio Grande do Norte, Brazil. Among the crustacean isopoda there exists ectoparasites which are easy to observe due to their size. They cause lesions on the host that could lead to death. The present study verified the occurrence of parasitic isopods on the fish Serra Spanish mackerel, *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) from the coastal waters of Rio Grande do Norte, Brazil. Indices of parasitic infection by isopods were calculated and correlated to the body size, weight and the stage of gonadal maturity of the host. *Livoneca redmanni* (Leach, 1818) (Cymothoidae) and *Rocinela signata* (Schioedte & Meinert, 1879) (Aegidae) were registered for the first time in the coastal waters of Rio Grande do Norte. *L. redmanni* was encountered both in the oral cavity and in the gill chambers of the host, whereas *R. signata* was found only in the gill chambers. Parasitic isopods were encountered on 31% of *S. brasiliensis* captured, wherein 86% was *L. redmanni* and 14% was *R. signata*. The maximum parasitic intensity was four with a minimum of one isopods per host. The isopods showed a preference for immature and maturing stages of the host *S. brasiliensis*.

**KEY WORDS.** Gill chamber, isopod marine, oral cavity, parasites, parasitic infection.

**RESUMO.** Entre Isopodas Crustaceas existem ectoparasitos que são de fácil observação devido ao seu tamanho. Eles causam lesões mecânicas no hospedeiro que podem resultar em morte. Este trabalho verificou a existência de parasitismo por isópodos no peixe serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. Os índices de infestação parasitária dos isópodos foram calculados e relacionados com o tamanho, peso e o estado gonadal do hospedeiro. *Livoneca redmanni* (Leach, 1818) (Cymothoidae) e *Rocinela signata* (Schioedte & Meinert, 1879) (Aegidae) foram registradas pela primeira vez nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. Os locais de fixação de *L. redmanni* no hospedeiro foram a cavidade bucal e a câmara branquial, enquanto *R. signata* sempre foi encontrada na câmara branquial. Dos exemplares de *S. brasiliensis* capturados 31 % estavam parasitados, onde 86 % eram de *L. redmanni* e 14 % de *R. signata*. Foi registrado uma intensidade mínima de um e máxima de quatro isópodos por hospedeiro. Os isópodos apresentaram uma preferência pelos hospedeiros imaturos e em maturação de *S. brasiliensis*.

**PALAVRAS CHAVE.** Câmara branquial, cavidade bucal, isopodas marinhos, parasitos, infestação parasitária.

Na ictiofauna marinha da região sul do Brasil foi registrado a ocorrência de espécies de ectoparasitos de Cymothoidae (THATCHER *et al.* 2003) e as espécies de Aegidae foram encontradas no sudeste do Brasil (MOREIRA 1972, 1977). Os crustáceos

isópodos parasitos habitam a câmara branquial, cavidade bucal e tegumento dos peixes, sendo facilmente detectados a olho nu (EIRAS *et al.* 2000, THATCHER 2000). As formas jovens dos parasitos podem penetrar mais intensamente abaixo das escamas

dos peixes, e à medida que crescem ocupam boa parte da cavidade visceral, o que compromete o crescimento do animal. A quantidade e o local de fixação dos parasitos, bem como o tamanho do hospedeiro, causa alterações na capacidade respiratória dos peixes, emagrecimento, redução na taxa de crescimento e alteração na capacidade natatória. Em geral os parasitos acarretam lesões, cujos resultados podem levar à instalação de infecções que propiciam a morte do peixe (PAVANELLI *et al.* 1999).

*Scomberomorus brasiliensis* é uma espécie marinha de valor comercial que habita a maior parte do litoral brasileiro, com exceção das extremidades do norte e do sul (ZAVALA-CAMIN 1983). Os dados da produção pesqueira demonstram que a quantidade desembarcada apresentou uma tendência de crescimento no Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, Maranhão e Pará (IBAMA 2003).

*Scomberomorus brasiliensis* foi uma das espécies de peixes marinhos das águas costeiras do Rio de Janeiro, Brasil, que foram estudadas em relação à biodiversidade parasitária (LUQUE *et al.* 2004), no entanto, existe uma carência de informações sobre o parasitismo do Scombridae no Rio Grande do Norte.

Foi verificada a existência do parasitismo por isópodos em *S. brasiliensis* capturados nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. Os índices de infestação parasitária dos isópodos foram calculados e relacionados com o tamanho, peso e o estado gonadal do serra.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas dos peixes-serra foram realizadas mensalmente durante o período de agosto de 2003 a julho de 2004, nas águas costeiras da Praia de Ponta Negra (05°52'30"S e 35°08'00"W), localizada na região urbana no município de Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Os peixes foram capturados por meio de redes de arrasto de praia do tipo tresmalho com 110 m de comprimento, 3 m de altura com malha central de 10 mm e 70 mm nas extremidades. A rede foi lançada a 100 m de distância da praia, em uma profundidade de 5 m, utilizando uma pequena balsa chamada catraia. Todo o processo, desde a arrumação até a retirada da rede com os peixes, dura em torno de uma hora e 30 minutos. Mensalmente as coletas foram realizadas com o uso de três arrastos-de-praia consecutivos com o esforço de seis a 12 pessoas.

No Laboratório de Ictiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte os peixes foram medidos (comprimento total em mm) e pesados (peso total em g). Os valores morfométricos e merísticos dos peixes foram utilizados para confirmar a taxonomia da espécie (FONTELES-FILHO 1988). Posteriormente, os peixes foram dissecados para a sexagem e a determinação dos estádios de maturação gonadal seguindo a metodologia de VAZZOLER (1996).

Foi realizada uma procura minuciosa de ectoparasitos na superfície corporal, na cavidade bucal e na câmara branquial dos peixes, seguindo as técnicas propostas por EIRAS *et al.* (2000). Os isópodos foram cuidadosamente retirados e acondicionados em tubos de ensaio com álcool a 70%, posteriormente sen-

do identificados através da utilização de chaves de identificação (THATCHER 2000).

Os cálculos dos índices parasitários foram efetuados a partir do formulário de necropsia dos peixes que contém informações tais como: o número de parasitos isópodos em cada hospedeiro e o respectivo local de fixação destes. Os índices calculados foram os seguintes: Prevalência ( $P = npp / n \times 100$ ), onde npp = número de peixes parasitados, e n = número de peixes examinados; Intensidade (mínimo e máximo); Intensidade média de parasitos por peixes ( $Im = tpp / npp$ ), onde tpp = número total de parasitos na amostra; Abundância ( $A = tpp / ntp$ ), onde ntp = número total de peixes (parasitados ou não) na amostra (BUSI *et al.* 1997). Foram registradas também a relação parasito-hospedeiro, o tamanho, o peso e os estádios de maturação gonadal dos hospedeiros.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação do peso total de *S. brasiliensis* capturados neste estudo foi de 15 a 3,385 g e a de comprimento total foi de 135 a 805 mm, e observou-se a presença dos estádios gonadais imaturos, em maturação, maduros e esvaziados.

Os parasitos identificados em *S. brasiliensis* pertencem a duas famílias: Cymothoidae, com a espécie *L. redmanni* (Leach, 1818) e Aegidae, com a espécie *R. signata* (Schioedte & Meinert, 1879).

Dos peixes serras capturados 31 % estavam parasitados, totalizando 67 isópodos fixados nas lamelas branquiais do peixe; a maioria estava na câmara branquial (Figs 1-2) e apenas um na cavidade bucal do peixe (Fig. 3). Uma fêmea da serra apresentava duas espécies de isópodos aderidas às brânquias, o que corresponde a um caso de coexistência parasitária.

Foram constatadas algumas alterações na cavidade branquial, dentre estas: lesões mecânicas com produção excessiva de secreção mucosa e falha nos filamentos brânquias ou lacunas no arco branquial, em decorrência da fixação dos isópodos nestes locais (Fig. 4).

Em termos de ocorrência, foram constatados 86% *L. redmanni* (Cymothoidae) (Fig. 5) e 14% de *R. signata* (Aegidae) (Fig. 6) nos indivíduos de *S. brasiliensis* parasitados. Destes peixes foram observados 23 machos e 21 fêmeas, com uma proporção sexual equivalente a 1:1.

No presente estudo foi verificada a ausência de correlação entre o parasito e o sexo do hospedeiro, além de ser registrado a co-existência de espécies de parasitos em peixes marinhos igualmente constatados por OLIVA & LUQUE (1998) e LUQUE *et al.* (2004).

### Índices de infestação parasitária

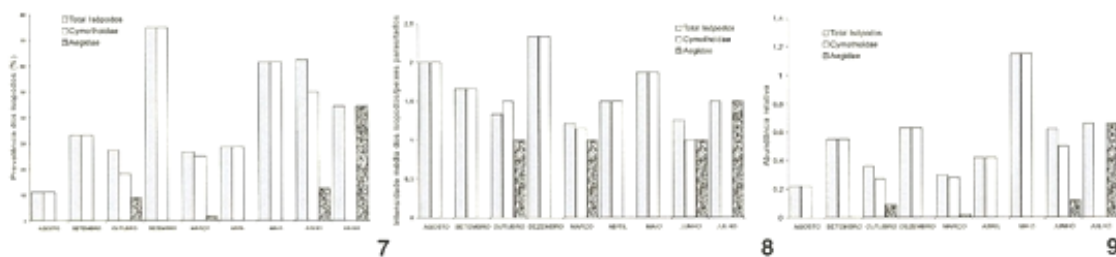
Foi observada a maior prevalência de Cymothoidae em dezembro de 2003, onde 75 % dos peixes capturados estavam parasitados (Fig. 7). No mesmo mês as serras apresentaram a maior intensidade média de 2,3 *L. redmanni* por peixe parasitado (Fig. 8). A maior abundância de *L. redmanni* ocorreu em maio de 2004, com valor de 1,1 (Fig. 9).



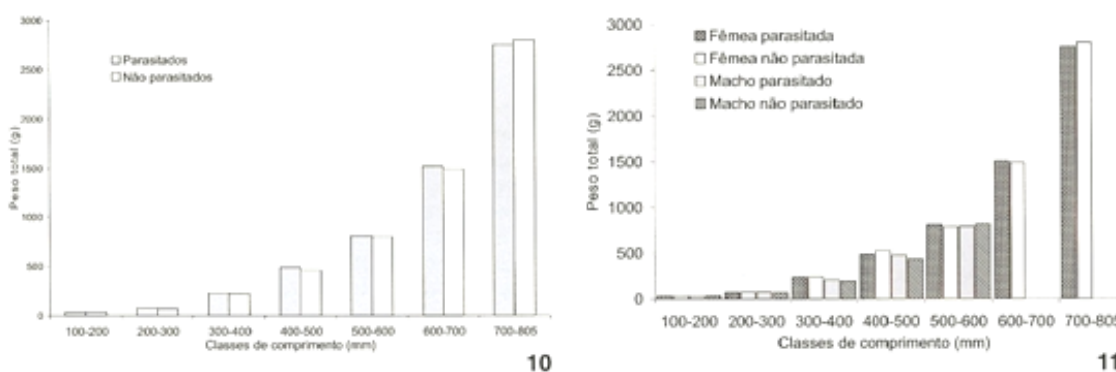


Figuras 1-6. Parasitos *Livoneca redmanni* e *Rocinela signata* em *Scomberomorus brasiliensis* capturados nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. (1-2) *Livoneca redmanni* aderida às brânquias através da câmara branquial (escala = 20 mm); (3) *Livoneca redmanni* aderido às brânquias pela cavidade bucal (escala = 20 mm); (4) lacunas nos arcos branquiais do hospedeiro, decorrente de lesões mecânicas pela fixação do isópodo (escala = 20 mm); (5) posição dorsal e ventral de *Livoneca redmanni* (lado a lado) (escala = 10 mm); (6) posição dorsal e ventral de *Rocinela signata* (lado a lado) (escala = 5 mm).





Figuras 7-9. Índices de infestação parasitária de *Livoneca redmani* e *Rocinela signata* na serra, *Scomberomorus brasiliensis* capturados nas águas costeiras do Rio Grande do Norte, no período de agosto de 2003 a julho 2004: (7) variação da prevalência; (8) variação da intensidade média; (9) variação da abundância relativa.



Figuras 10-11. Peso total (g) e classe de comprimento (mm) de serras machos e fêmeas parasitados e não parasitados: (10) machos e fêmeas não parasitados e parasitados por isópodos nas águas costeiras do Rio Grande do Norte em relação às classes de comprimento total (mm); (11) serras não parasitados e parasitados por isópodos nas águas costeiras do Rio Grande do Norte em relação às classes de comprimento total (mm).

A maior prevalência de Aegidae ocorreu em julho de 2004, onde 44,44 % dos peixes capturados estavam parasitados (Fig. 7). No mesmo mês as serras tiveram a maior intensidade média de 1,5 *R. signata* por peixe parasitado (Fig. 8). A maior abundância de *R. signata* foi registrado em julho de 2004, equivalente a 0,7 (Fig. 9).

O número mínimo de isópodos por peixe foi de um e a máxima foi de quatro em um mesmo hospedeiro. Em geral os isópodos apresentaram uma intensidade média de 1,5 isópodos por peixe parasitado. Neste estudo foi registrado uma abundância geral de 0,5 parasito por peixe. Este estudo está em concordância com os resultados relatados por CAVALCANTI *et al.* (2003, 2004) na serra, *S. brasiliensis* e palombeta, *Sloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766).

#### Relação parasitismo com tamanho, peso e estágio de desenvolvimento das gônadas do hospedeiro

As classes de comprimentos totais dos peixes que mais estavam parasitados variaram entre 200 a 400 mm, com um nú-

mero máximo de quatro isópodos por hospedeiro com intensidade média em 2,15 isópodos por peixe parasitado. O local de fixação pode determinar o emagrecimento do indivíduo parasitado em ambiente confinado (PAVANELLI *et al.* 1999). No entanto, neste estudo em ambiente natural, a fixação dos isópodos na cavidade bucal e na câmara branquial não influenciou o emagrecimento do hospedeiro, haja vista que não foram observadas diferenças significativas ao nível de 0,05 ( $p$  valor > 0,05) com o teste-t entre comprimento total, peso total e sexo dos peixes parasitados por isópodos e os não parasitados (Figs 10 e 11).

Os isópodos apresentaram uma preferência pelos hospedeiros em estágio inicial de desenvolvimento gonadal (51%), seguido pelos peixes em estágio em maturação (38%), estádios maduros (9%) e esvaziados (2%) (Fig. 12). A preferência dos parasitos pelos hospedeiros mais jovens possivelmente ocorre por estes apresentarem mais recursos energéticos, em relação aos maduros e esvaziados. Estes últimos apresentam menos reservas energéticas devido à mobilização destas para a maturação gonadal e a reprodução (CHELLAPPA *et al.* 1995, HUNTINGFORD *et al.* 2001).

Este estudo é o primeiro registro de isópodos marinhos das espécies *L. redmani* e *R. signata* no estado do Rio Grande do Norte.



Figura 12. Número percentual dos peixes serra, *Scomberomorus brasiliensis*, parasitados por isópodos, em relação aos estádios de maturação gonadal.

#### AGRADECIMENTOS

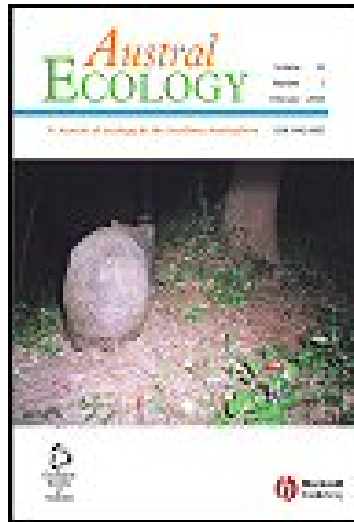
O primeiro autor agradece a CAPES/MEC pela bolsa de Mestrado concedida, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte e ao Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná, pelo apoio proporcionado. A segunda autora agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de Produtividade em Pesquisa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSH, A.O.; K.D. LAFFEY; J.M. LOTZ & A.W. SHOSTAK. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology*, Washington, **83** (4): 575-583.
- CAVALCANTI, E.T.S.; J.T.A.X. LIMA; S. CHELLAPPA & G.C. PAVANELLI. 2003. Ectoparasitos nos peixes marinhos serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Osteichthyes: Scombridae) e palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* (Osteichthyes: Carangidae) do litoral de Ponta Negra, RN, p. 266-267. *In*: V. CLAUDINO-SALES; I. M. TONINI & E. W.C. DANTAS (Eds). *Ecologia do Brasil*. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 646p.
- CAVALCANTI, E.T.S.; G.C. PAVANELLI; S. CHELLAPPA & R.M. TAKEMOTO. 2004. Comunidade de metazoários ectoparasitos dos peixes de águas costeiras de Ponta Negra, Rio Grande do Norte, p.157-165. *In*: N.T. CHELLAPPA; S. CHELLAPPA & J.Z.O. PASSAVANTE (Eds). *Ecologia aquática tropical*. Natal, Ed. Servgraf, 165p.
- CHELLAPPA, S.; F.A. HUNTINGFORD; R.H.C. STRANG & R.Y. THOMSON. 1995. Condition factor and hepatosomatic index as estimates of energy status in male three-spined stickleback. *Journal of Fish Biology*, London, **47**: 775-787.
- EIRAS, J.C.; R.M. TAKEMOTO & G.C. PAVANELLI. 2000. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá, Editora Universidade Estadual de Maringá, 171p.
- Fonteles-Filho, A.A. 1988. Sinopse de informações sobre a Cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier) e a serra, *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Pisces: Scombridae), no Estado do Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, Fortaleza, **27**: 21-48.
- HUNTINGFORD, F.A.; S. CHELLAPPA; A.C. TAYLOR & R.H.C. STRANG. 2001. Energy reserves and reproductive investment in male three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. *Ecology of freshwater fish*, Copenhagen, **10**: 111-117.
- IBAMA. 2003. *Boletim Estatístico da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil - 2002*. Tamararé, Ministério do Meio Ambiente, IBAMA, CEPENE, 209p.
- LUQUE, J.L.; D. MOUILLOT & R. POULIN. 2004. Parasite biodiversity and its determinants in coastal marine teleost fishes of Brazil. *Parasitology*, Cambridge, **128**: 671-682.
- MOREIRA, P.S. 1972. Species of marine isopoda (Crustácea, Peracarida) from southern Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, **21** (1): 163-179.
- MOREIRA, P.S. 1977. Occurrence and ecological notes on *Rocinela signata* (Isopoda, Flabellifera) off Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, **26** (2): 293-301.
- OLIVA, M.E. & J.L. LUQUE. 1998. Metazoan parasites infracommunities in five sciaenids from the Central Peruvian Coast. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, **93** (2): 175-180.
- PAVANELLI, G.C.; J.C. EIRAS & R.M. TAKEMOTO. 1999. *Doenças de peixes, profilaxia, diagnóstico e tratamento*. Maringá, Editora Universidade Estadual de Maringá, 264p.
- THATCHER, V.E. 2000. The isopod parasites of South American fishes, p.193-226. *In*: G. SALGADO-MALDONADO; A.N.G. ALDRETT & V.M. VIDAL-MARTINEZ (Eds). *Metazoan parasites in the Neotropics: a systematic and ecological perspective*. Mexico, Universidad Nacional Autónoma de México Press, 310p.
- THATCHER, V.E.; J.M. SOUZA-CONCEIÇÃO & G.F. JOST. 2003. *Lironeca desteroensis* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the gills of a marine fish, *Cetengraulis edentulous* Cuvier, of Santa Catarina Island, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, **20** (2): 251-255.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. *Biologia de reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, Editora Universidade Estadual de Maringá, 169p.
- ZAVALA-CAMIN, L.A. 1983. Caracterização das espécies brasileiras da família Scombridae (Osteichthyes - Perciformes). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, **10** (1): 73-93.

Recebido em 06.V.2005; aceito em 14.XI.2005.

# Austral Ecology



**Edited by:**

Michael Bull

**ARTIGO EM PREPARAÇÃO**

**Tendências evolutivas do parasito isópodo *Livoneca redmanni* Leach  
(Isopoda: Cymothoidae) em dois hospedeiros peixes marinhos**

**(Evolutionary trends of the isopod parasite *Livoneca redmanni*  
(Isopoda: Cymothoidae) in two marine host-fishes)**

J. T. A. X. LIMA<sup>A</sup>, A. ARAÚJO<sup>A</sup>, N. T. CHELLAPPA<sup>B</sup> & S. CHELLAPPA<sup>B</sup>

## Tendências evolutivas do parasito isópodo *Livoneca redmanni* Leach (Isopoda Cymothoidae) em dois hospedeiros peixes marinhos

J. T. A. X. LIMA<sup>A</sup>, A. ARAÚJO<sup>A</sup>, N. T. CHELLAPPA<sup>B</sup> & S. CHELLAPPA<sup>B</sup>

<sup>a</sup> Postgraduate Programme in Psychobiology, Department of Physiology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil, CEP 59.072-970.

E-mail: ticiano.ximenes@gmail.com; E-mail: arrilton@gmail.com

<sup>b</sup> Postgraduate Programme in Aquatic Bioecology, Department of Oceanography and Limnology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brazil, CEP 59.072-970. E-mail: bama@dol.ufrn.br

**Resumo** O presente trabalho investigou a estratégia reprodutiva dos ectoparasitos isópodos em duas espécies de peixes marinhos *Choloroscombrus chrysurus* e *Scomberomorus brasiliensis*. Foram enfatizados os índices ecológicos parasitários, o tamanho e fecundidade dos isópodos em peixes-hospedeiros com tamanhos corporais diferentes. O isópodo *Livoneca redmanni* foi encontrado parasitando as câmaras branquiais dos hospedeiros e apresentou valores diferentes da prevalência, intensidade e abundância média para os dois hospedeiros. *S. brasiliensis* (Lt média 314,2 ± SD 97,1 mm) apresentou tamanho corporal superior em relação a *C. chrysurus* (124,2 ± 25,1 mm), disponibilizando relativamente maior espaço na câmara brânquial. Foram registrados *L. redmanni* com tamanhos maiores (Lt média 16,3 ± SD 5,5 mm) em *S. brasiliensis* e tamanhos menores em *C. chrysurus* (10,8 ± 4,5 mm). Isópodos fêmeas tiveram fecundidade relacionada positivamente com o seu tamanho. Durante a época chuvosa ocorreram maiores números de isópodos fêmeas em reprodução. O tamanho corporal dos hospedeiros determina o espaço da câmara branquial, porém, não influenciou o espaço ocupado pelo isópodo, uma vez que eles ocuparam um espaço entre 35 - 36% a câmara branquial independente do tamanho corporal verificados dos hospedeiros.

**Palavras chave:** Isópodo ectoparasito, *Livoneca redmanni*, índices ecológicos parasitários, fecundidade de isópodos.

## INTRODUÇÃO

Os isópodos Cymothoides são parasitos hermafroditas protândricos, sua fase juvenil natatória dispersa e fixa em um peixe. Os Cymothoides habitam a cavidade bucal, câmara branquial ou o tegumento do corpo (Thatcher, 2006). Estes parasitos são hematofágos e completam seu ciclo de vida em um hospedeiro (ciclo holoxeno) (Ramdane et al, 2007). Cymothoidae Flabelifera do gênero *Livoneca* (Leach, 1818) inclui ectoparasitos que ocorrem em regiões como Gulf of Eliat no Mar Vermelho (Colorni et al, 1997), Kuwait (Mathews & Samuel, 1987), América do Norte (Brusca, 1981) e Brasil (Thatcher, 2002; Lima et al, 2005).

Os peixes marinhos *Choloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) pertence à família Carangidae, distribuídos desde os Estados Unidos da América até a Argentina, e *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) pertence à família Scombridae, distribuídos no Atlântico Ocidental ao longo do Caribe e das costas atlântica da América central e do Sul (Carpenter, K.E. (ed.) 2002).

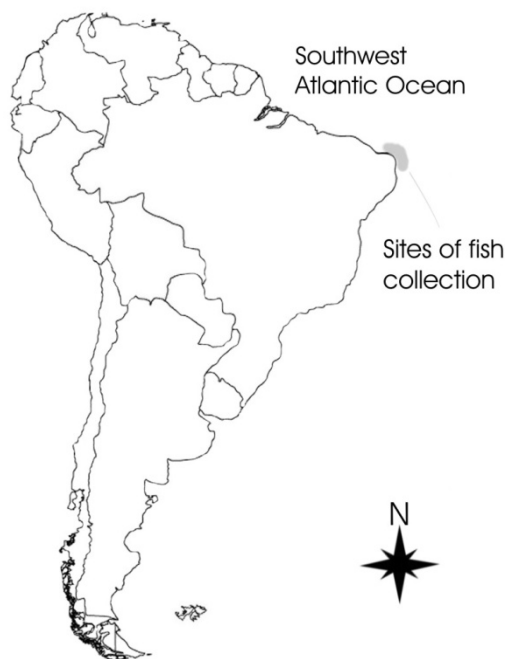
O hospedeiro é o habitat para os parasitos e as pequenas áreas deste

hospedeiro são consideradas micro habitats (Sasal et al, 2004). O parasito é um inimigo do hospedeiro e sua interação resulta em efeito negativo no hospedeiro (Prenter et al. 2004). O parasito e o hospedeiro apresentam co-evolução ecológica interespecífica. O parasito em geral não causa a morte do hospedeiro, porém tentar equilibrar a interação parasitária para prolongar a vida do hospedeiro (Kurtz et al, 2002).

O presente trabalho investigou a estratégia reprodutiva dos ectoparasitos isópodos em duas espécies de peixes marinhos *C. chrysurus* e *S. brasiliensis*, enfatizando os índices ecológicos parasitários, o tamanho e fecundidade dos isópodos em hospedeiros com tamanhos corporais diferentes.

## MÉTODOS

Entre o período de setembro de 2005 a agosto de 2006, exemplares dos peixes marinhos foram coletados mensalmente em águas costeiras situadas entre latitudes 0°00' e 10°00'S, longitudes 32°00' e 40°00'W na região Sudoeste do Oceano Atlântico, nordeste do Brasil, América do Sul (Fig.1).



**FIG. 1.** Área de coleta dos peixes marinhos nas águas costeiras do Sudoeste do Oceano Atlântico, nordeste do Brasil.

Os peixes foram capturados através da pesca artesanal com uso de redes de arrasto-de-praia. Os peixes capturados foram numerados, medidos, pesados e examinados para a separação dos sexos. A taxonomia das espécies foi confirmada (Carpenter, 2002). Os isópodos foram cuidadosamente removidos do hospedeiro, registrados, medidos e preservados em álcool a 70% (Lima et al, 2005; Thatcher et al, 2007).

Para calcular a área das câmaras branquiais do hospedeiro foi adotado o seguinte: para *C. chrysurus*, a câmara branquial foi considerada como uma

área de meio círculo para cada lado do peixe (direito e esquerdo) ( $A = \pi r^2$ ) e para *S. brasiliensis*, o triângulo retângulo para cada lado ( $A = bxh$ ), onde: h = altura, r = metade da altura e b = a base da brânquia.

Os índices ecológicos parasitários, tais como, prevalência, intensidade média e abundância média, foram calculados conforme Margolis et al (1982) e Bush et al (1997).

Nas fêmeas isópodos fecundas, os ovos do marsúpio foram tirados e a fecundidade foi calculada através da contagem absoluta destes ovos.

## Análise de dados

Foi realizado o teste  $\chi^2$  (Qui-quadrado,  $p \leq 0,05$ ) para testar se houve diferenças significativas na proporção entre machos e fêmeas parasitados. O tamanho do parasito e o tamanho do hospedeiro foram testados com o teste t ( $p \geq 0,05$ ). A correlação entre o tamanho do isópodo e sua fecundidade foi determinada através do teste da correlação de Pearson. Os testes foram realizados com nível de significância igual a 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o uso do Programa *STATISTIC 7.0*.

## RESULTADOS

O parasito isópodo *Livoneca redmanni* foi encontrado parasitando as câmaras branquiais de ambos os hospedeiros *C. chrysurus* e *S. brasiliensis*.

Entre 1258 *C. chrysurus* capturados, 206 foram infectados por 221 isópodos *L. redmanni*. Peixes-hospedeiros *C. chrysurus* atingiram tamanho entre 78 e 212 mm (média  $124,2 \pm SD 25,1$  mm). Foi registrado um pico de ocorrência dos isópodos no mês de fevereiro, que coincidiu com o início das chuvas (Fig. 2a). Os índices parasitários de *C. chrysurus* foram 16,4 % de prevalência

com intensidade média de 1,1 e abundância média de 0,2. Foi observada maior prevalência no período das chuvas. Não houve diferença significativa na proporção de hospedeiros machos e fêmeas *C. chrysurus* parasitados ( $p > 0,05$ ), indicando que *L. redmanni* apresentou uma prevalência sem especificidade ao sexo deste hospedeiro (Fig. 3a).

De 826 *S. brasiliensis* capturados, 175 estavam infectados com 256 *L. redmanni*. Peixes-hospedeiros *S. brasiliensis* parasitados mediram entre 160 e 525 mm ( $314,2 \pm 97,1$  mm). Os índices parasitários de *S. brasiliensis* calculados foram prevalência de 21,2%, intensidade média de 1,5 e abundância média de 0,3. Também para este hospedeiro se observou maior prevalência no período das chuvas. Houve diferença significativa na proporção de hospedeiros machos e fêmeas *S. brasiliensis* parasitados ( $p < 0,05$ ), indicando que *L. redmanni* apresentou especificidade ao sexo macho do hospedeiro *S. brasiliensis* (Fig. 2b e 3b).



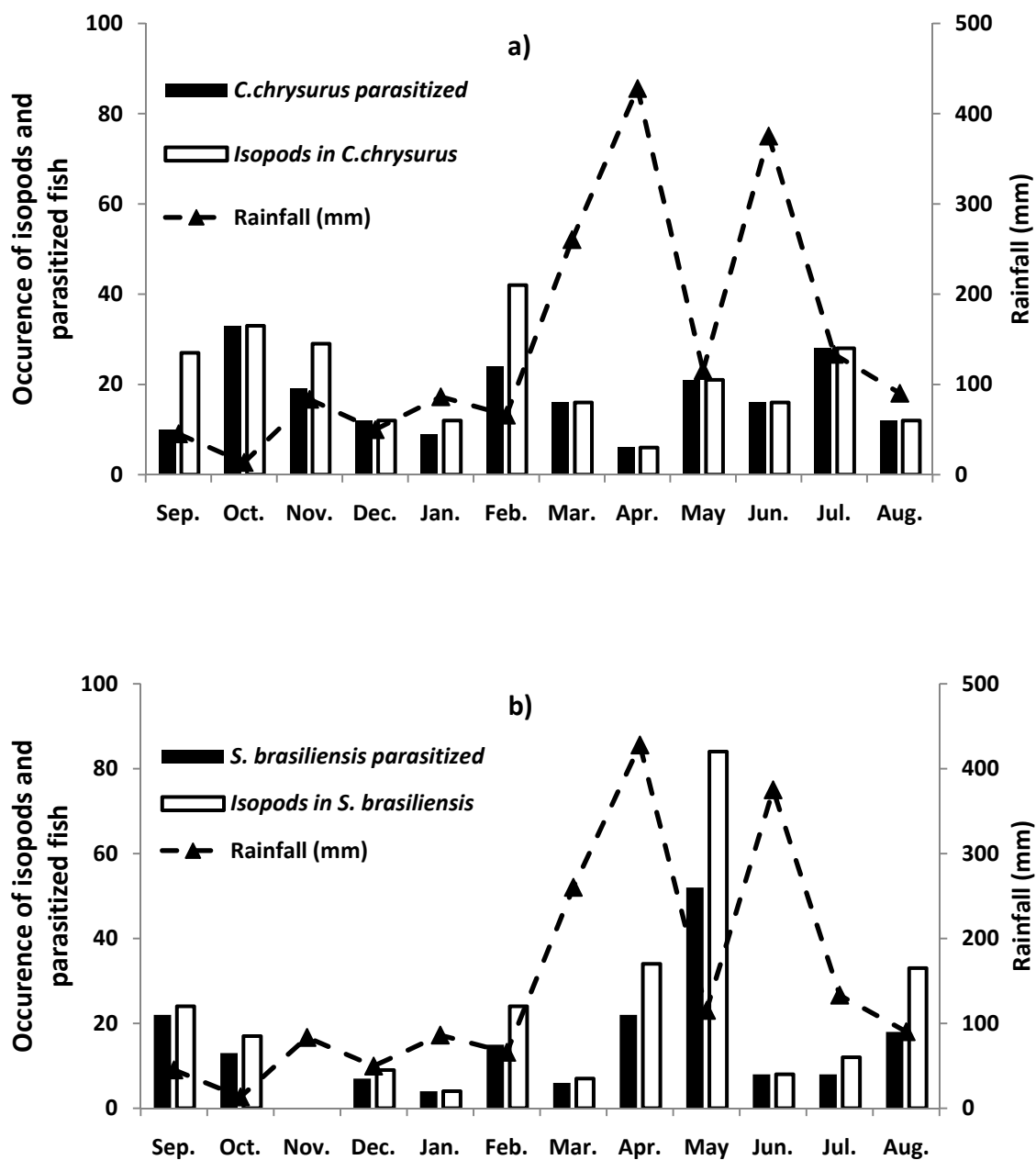
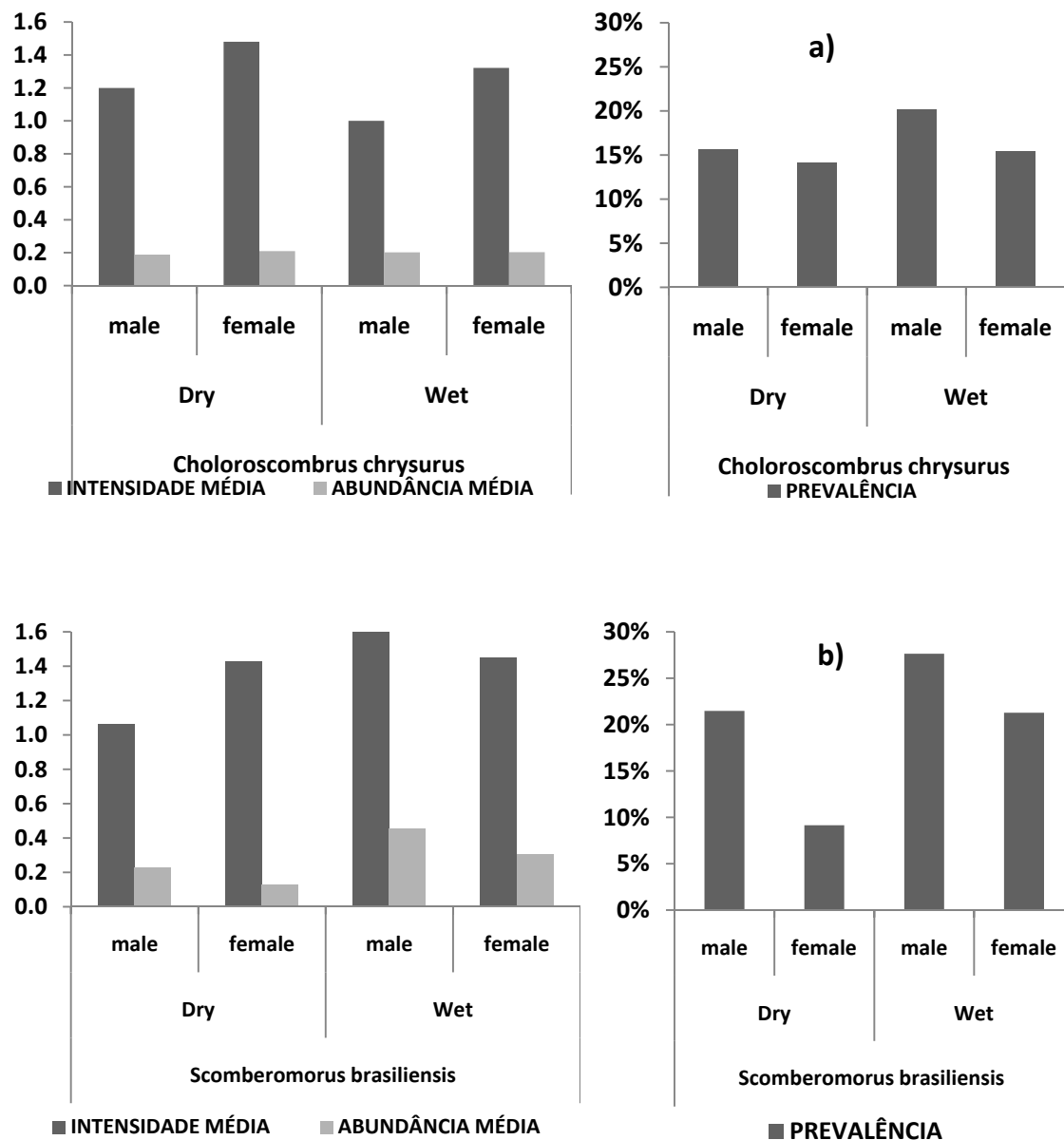


FIG. 2. Número de isópodos e peixes capturados mensalmente em relação ao índice pluviométrico mensal da área de coleta. a) *Choloroscombrus chrysurus* e b) *Scomberomorus brasiliensis*.



**Fig. 3.** Índices parasitários dos peixe-hospedeiro de macho e fêmea no período de estiagem e chuvoso: intensidade média e abundância média parasitária, e prevalência parasitária. . **a)** *Choloroscombrus chrysurus* e **b)** *Scomberomorus brasiliensis*.

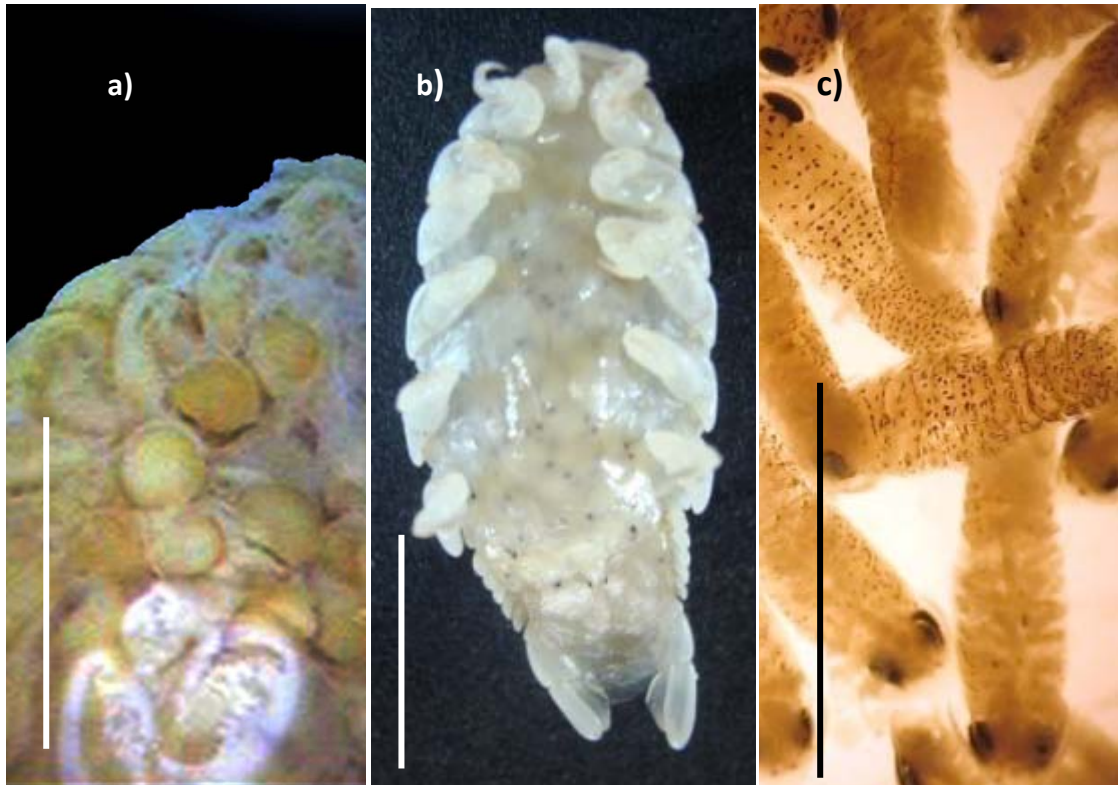
Os isópodos em *C. chrysurus* tiveram amplitude de tamanho corporal entre 1 e 20 mm ( $10,8 \pm 4,5$  mm). A câmara branquial de *C. chrysurus* mediu no máximo  $1254 \text{ mm}^2$ , na qual o parasito ocupou aproximadamente 35,3% (442

$\text{mm}^2$ ). Amplitude de tamanho de *L. redmani* em *S. brasiliensis* variou entre 2 e 29 mm ( $16,3 \pm 5,5$  mm). A câmara branquial deste hospedeiro mediu  $6394 \text{ mm}^2$ , na qual o parasito

ocupou aproximadamente 35,6% (2278 mm<sup>2</sup>).

A reprodução de *L. redmanni* ocorreu durante todo ano, no entanto,

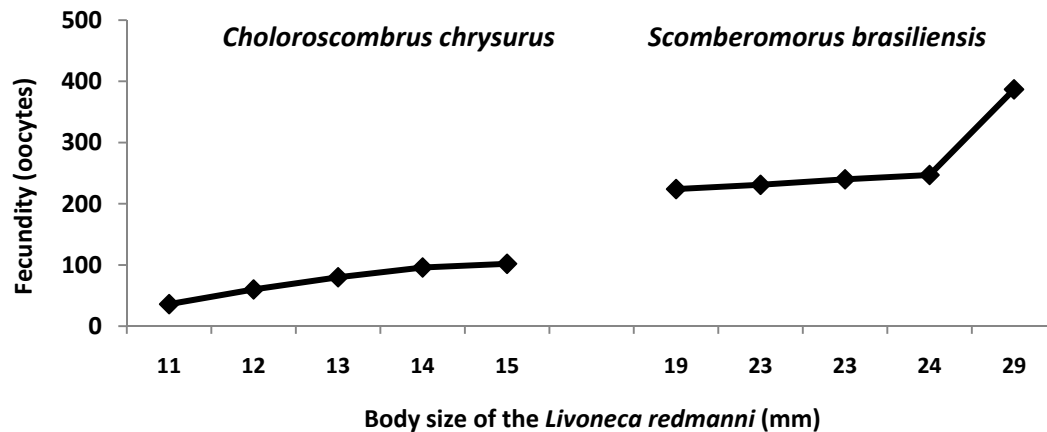
71,43 % das fêmeas maduras com ovos ou larvas no marsúpio (Fig. 4) ocorreram no período das chuvas. As larvas (manca) mediram 1 mm em *C. chrysurus* e 2 mm em *S. brasiliensis*.



**Fig. 4.** Fêmeas de isópodos *Livoneca redmanni* em reprodução: a) ovos na bolsa marsupial da fêmea isópodo (escala: 5 mm); b) pontos pretos no abdômen do isópodo, são os olhos das larvas dentro do marsúpio da fêmea (escala: 5 mm) e c) detalhe das larvas extraídas do marsúpio, aptas a natação (escala: 2 mm).

Os ovos dos isópodos no marsúpio foram contados e sua fecundidade variou de acordo com o tamanho do isópodo fêmea. A fecundidade de *L. redmanni* mostrou uma correlação positiva com o tamanho do seu corpo ( $r^2 = 0,84$ ) resultando em uma fecundidade

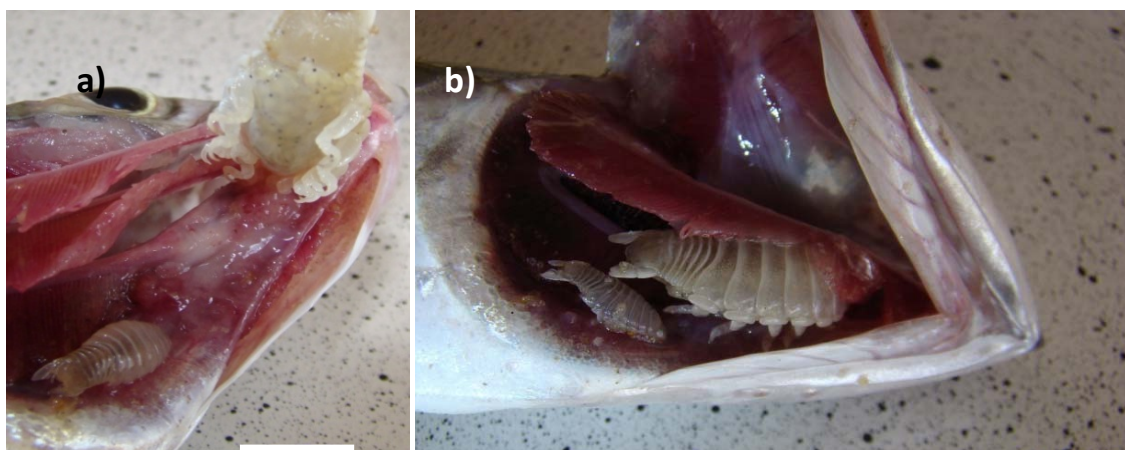
do *L. redmanni* menor no hospedeiro *C. chrysurus* que em *S. brasiliensis*. As fêmeas de *L. redmanni* foram observadas a partir de 11 mm de tamanho em *C. chrysurus* e em *S. brasiliensis* foram identificadas as fêmeas a partir de 19 mm (Fig. 5).



**Fig. 5.** Fecundidade e tamanho do isópodo parasito *Livoneca redmanni*.

As garras dos parasitos isópodos são adaptações para fixação em tecidos do hospedeiro e *L. redmanni* foi encontrado fixado na musculatura mandibular do hospedeiro (Fig. 6a), ocasionando macroscopicamente uma área isquêmica, e histologicamente se verifica infiltrados inflamatórios. O maior tamanho da fêmea prejudica o

desenvolvimento normal dos filamentos brânquias do hospedeiro, uma vez que foram observados filamentos branquiais atrofiados e escassos nos quatro arcos branquiais. Os machos atrofiam os filamentos brânquias do segundo ao quarto arco branquial, devido a seu tamanho (Fig. 6b).



**Fig. 6.** Casal de isópodos *Livoneca redmanni* na câmara branquial do hospedeiro. a) área isquêmica por fixação das garras do isópodo no tecido muscular da mandíbula; b) brânquia com filamentos atrofiados e escassos na área de fixação do isópodo de maior tamanho – à fêmea (escala 10 mm).

## DISCUSSÃO

O isópodo *L. redmanni* mostrou uma tendência evolutiva para os dois hospedeiros-peixes marinhos. *L. redmanni* foi encontrado no micro habitat câmara branquial dos dois hospedeiros, ocupando no máximo 1/3 das câmaras branquiais. Os índices ecológicos parasitários de *L. redmanni* foram diferentes para as duas espécies, onde o hospedeiro de tamanho maior teve índices parasitários superior ao hospedeiro de tamanho menor. Os hospedeiros machos tiveram índices parasitários superiores aos das fêmeas, tanto no período de estiagem como no período das chuvas para ambos os sexos. Madi & Silva (2005) pesquisando o parasito Anisakidae observou índices parasitários diferentes para três espécies de peixes em um mesmo reservatório.

A espécie hospedeira *C. chrysurus* tem menor tamanho em relação ao hospedeiro *S. brasiliensis*. O isópodo *L. redmanni* desenvolveu distintamente nas duas espécies de hospedeiros, sendo maior em relação ao tamanho no hospedeiro *S. brasiliensis*. O tamanho corporal dos hospedeiros determinou o espaço das câmaras branquiais, porém não influenciou no espaço ocupado pelo isópodo, uma vez que eles ocuparam

entre 35 - 36% da câmara branquial independente do tamanho corporal do hospedeiro. Verificou-se uma tendência evolutiva da espécie *L. redmanni*, que ocupou valor menor que 36% da câmara branquial, possivelmente para preservar o equilíbrio parasito-hospedeiro. Tsai et al (2001) descrevem que o isópodo é capaz de adaptar sua estrutura corpórea de acordo com a área de exploração no hospedeiro.

A época da reprodução de *L. redmanni* ocorreu entre fevereiro a agosto, época de chuvas, coincidindo com a época da reprodução dos peixes marinhos da região. A fecundidade da espécie *L. redmanni* teve relação positiva com o tamanho do isópodo, onde o número de ovos aumentou com o tamanho do isópodo. Desta forma, a fecundidade, o tamanho dos isópodos adultos e das manca (larvas) de *L. redmanni* no hospedeiro *C. chrysurus* foi menor. Para a espécie de isópodo *Elthusa alvaradoensis*, Chávez-Lopez et al, (2005) relataram que os valores da fecundidade não teve relação com o tamanho das fêmeas.

Observou que a presença de *L. redmanni* fêmeas na câmara branquial atrofiou os filamentos branquiais dos quatro arcos branquiais, e *L. redmanni* machos atrofiou os filamentos

branquiais do segundo ao quarto arco branquial. As garras causaram lesões mecânicas que deixam a área isquêmica e histologicamente com infiltrados inflamatórios na musculatura mandibular do hospedeiro. Thatcher et al (2003) e Carvvalho et al (2004) observaram que o isópodo causa destruição extensa dos filamentos branquiais e que reduz a capacidade metabólica do hospedeiro.

## CONCLUSÕES

O isópodo *L. redmanni* parasitou o mesmo micro habitat câmara branquial nos dois hospedeiros, mas mostrou uma tendência evolutiva diferente para ambos hospedeiros, onde a espécie hospedeira *C. chrysurus* teve menor tamanho corporal que o hospedeiro *S. brasiliensis*.

Isopodo *L. redmanni* apresentou índices parasitários maior para *S. brasiliensis* e teve tamanho maior em *S. brasiliensis* que em *C. chrysurus*.

A ocorrência de isópodos fêmeas em *C. chrysurus* foi com 11 mm e na espécie *S. brasiliensis* foi com 19 mm. Estes isópodos fêmeas reproduziram durante todo ano, porém, registramos uma época reprodutiva que teve o maior

número de isópodos fêmeas em reprodução na época chuvosa.

Isópodos fêmeas *L. redmanni* tiveram sua fecundidade relacionadas positivamente com o seu tamanho corporal, tendo uma fecundidade menor em *C. chrysurus* que em *S. brasiliensis*.

O tamanho corporal do hospedeiro determina o espaço da câmara branquial, porém, não influenciou o espaço ocupado pelo isópodos, uma vez que *L. redmanni* ocupou no máximo um espaço da câmara branquial entre 35-36%, independente do tamanho corporal dos hospedeiros.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil (CNPq) por o apoio financeiro durante o período de estudo (J. T. A. Ximenes de Lima, nº. 141651/2005-9; S. Chellappa, nº. 307497/2006-2 e A. Araújo, nº. 302012/2006-0).

## REFERÊNCIAS

Adlard, R. D. & Lester, R. J. G. The life-cycle and biology of Anilocra-Pomacentri (Isopoda, Cymothoidae), an Ectoparasitic isopod of the Coral-reef fish, *Chromis-nitida* (Perciformes, Pomacentridae). Australian Journal of Zoology. 43 (3): 271-281, 1995.

- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M. & Shostak, A. W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *J. Parasitol.*, 83(4): 575-583. 1997.
- Carpenter, K. E. (2002). The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes. Part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome: FAO. 601-1374.
- Carvalho, L. N., Arruda, R. & Del-Claro, K. Host-parasit actions between the piranha *Pygocentrus nattereri* (Characiformes: Characidae) and isopods and branchiurans (Crustacea) in the rio Araguaia basin, Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 2 (2): 93-98, 2004.
- Chávez-López, R., Rocha-Ramírez, A.; Álvarez, F. & Wetzer, R. *Elthusia Alvaradoensis* Rocha-Ramírez, Chávez-López & Bruce, 2005 (Isopoda, Cymothoidae) parasitizing the inshore lizardfish, *Synodus foetens* (Linnaeus, 1766) on the continental shelf off central Veracruz, México. *Crustaceana*. 78 (7): 865-872, 2005.
- Collette, B. B., Russo, J. L. & Zavala-Camin, L. A. (1978). *Scomberomorus brasiliensis*, a new species of Spanish mackerel from the western Atlantic. *Fishery Bulletin* 76 (1): 273-280.
- Colomi, A., Trilles, J. P. & Golani, D. *Livoneca* sp. (Flabellifera: Cymothoidae), an isopod parasite in the oral and branchial cavities of the Red Sea silverside *Atherinomorus lacunosus* (Perciformes, Atherinidae). *Diseases of Aquatic Organisms*. V. 31:65-71, 1997.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil II. Teleostei (2), Museu de Zoologia, USP. São Paulo, p.110. 1980.
- Kurtz, J., Veen, I.T.V.D. & Ryder, J. J. Ecological immunity of arthropods – a thread of ariadne? *Trends in ecology & evolution*. V17, n.05:204-205, 2002.
- Lima, J. T. A. X., Chellappa, S., Thatcher, V. E.. *Livoneca redmanni* (Isopoda, Cymothoidae) e *Rocinela signata* Schioedte & Meinert (Isopoda, Aegidae), ectoparasitos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Osteichthyes, Scombridae) no Rio Grande do Norte, Brasil... *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, PR, v. 22, n. 4, p. 1104-1108, 2005.
- Madi, R. R. & Silva, M. S. R. da. *Contracecum* Railliet & Henry, 1912 (Nematoda, Anisakidae): o parasitismo relacionado à biologia de três espécies de peixes piscívoros no reservatório do Jaguari, SP. *Revista Brasileira de Zootecias*. V.7, 15-24, 2005.
- Margolis, L.; Esch, G. W., Holmes, J. C., Kuris, A. M. & Schad. The use of ecological terms in parasitology (of an ad hoc committee of the American Society of Parasitologists). *Journal of Parasitology*. 68:131-133, 1982.
- Mathews, C. P. & Samuel, M. The incidence of *livoneca* sp. (isopoda) on *Helotes sexlineatus* (pisces) in Kuwait waters. *Journal of Applied Ichthyology*. v.3, n.3, 142-144, 1987.
- Pavanelli, G. C. & Takemoto, R. M. Aspects of the ecology of proteocephalid cestodes, parasites of sorubim lima (pimelodidae), of the upper paraná river, brazil: Interspecific associations and distribution of gastrointestinal parasites. *Rev. Brasil. Biol.*, 60(4): 585-590. 2000.
- Prenter, J., Macneil, C., Dick, J. T. A. & Dunn, A. M. Roles of parasites in animal invasion. *Trends Ecol. Evol.* v19, n7. 2004
- Sasal, P., Desdsvises, Y., Durieux, E., Lenfant, P. & Romans, P. Parasites in marine protected areas: success and specificity of monogeneans. *Journal of Fish Biology*. 64: 370-379, 2004.
- Thatcher, V. E., Souza-Conceição, J. M. & Jost, G. F. *Lironeca desterroensis* sp. Nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the gills of a marine fish, *Cetengraulis edentulus* Cuvier, of Santa Catarina Island, Brazil. *Rev. Bras. De Zoologia*. 20 (2): 251-255, 2003.
- Thatcher, V. E. *Amazon Fish Parasites*. Pensoft Published; Sofia-Moscow. V.1, 2ª ed.p.508, 2006.
- Thatcher, V. E., Araújo, G. S. DE., Lima, J. T. A. X., Chellappa, S.. *Cymothoa spinipalpa* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) a buccal cavity parasite of



- the marine fish, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes: Carangidae) of Rio Grande do Norte State, Brazil.. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 24, p. 238-245, 2007.
- Tsai, M. L.,; Li, J. J & Daí, C.F. How host size may constrain the evolution of parasite body size and clutch size. The parasitic isopod *Ichthyoxenus fushanensis* and its host fish, *Varicorhinus bacbatulus*, as an example. *Oikos*. 92:13-19, 2001.
- Vazzoler, A. E. A. M. *Biologia de reprodução de peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. EDUEM, Maringá, p.169. 1996.

# Revista Brasileira de Zoologia

ISSN 0101-8175  
ISSN 1806-969X



Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba, 24 (1): 1-263, março 2007

---

***Cymothoa spinipalpa* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) a buccal cavity parasite of the marine fish, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes, Carangidae) of Rio Grande do Norte State, Brazil <sup>1</sup>**

Vernon E. Thatcher <sup>2</sup>; Gustavo S. de Araújo <sup>3</sup>; José T. A. X. de Lima <sup>4</sup> & Sathyabama Chellappa <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Contribution number 1694 of the Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná.

<sup>2</sup> Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. Caixa Postal 19020, 81531-990 Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: thatcher@ufpr.br

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Bioecologia Aquática, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Praia de Mãe Luiza, Via Costeira, 59014-100 Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

<sup>4</sup> Departamento de Fisiologia, Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Campus Universitário, 59078-970 Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

**ABSTRACT.** *Cymothoa spinipalpa* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) a buccal cavity parasite of the marine fish, *Oligoplites saurus*, is described on the basis of eight male specimens and one female. The fish hosts were captured in the coastal waters of Natal, Rio Grande do Norte State, Brazil. In the new species, the anterior margin of the cephalon is doubled ventrally over the bases of the antennae. In this respect, it resembles *C. recifea* Thatcher & Fonseca, 2005. It differs from that species, however, in being much smaller and having basal carinae on the pereopods 4 to 7 that are small and rounded (not large and pointed). Also, pleopods 2-4 lack the folds and pockets that are present in *C. recifea*. The new species can be distinguished from all known *Cymothoa* spp. by the mandibular palps which are entirely covered with small spines in adult males. The mancas of the new species resemble those of *Cymothoa oestrum* since they have elongate antennae but they are wider and have shorter uropods.

**KEY WORDS.** Atlantic Ocean; isopod parasite; marine fish parasite.

**RESUMO.** *Cymothoa spinipalpa* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) um parasito da cavidade bucal do peixe marinho, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes, Carangidae) do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Cymothoa spinipalpa* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae), um parasito da cavidade bucal do peixe marinho, *Oligoplites saurus*, é descrita baseada em oito espécimes machos e uma fêmea. Os peixes foram capturados nas águas costeiras de Natal, Rio Grande do Norte, Brasil. Na nova espécie, a margem anterior do cefalão é dobrada ventralmente sobre as bases das antenas. Neste aspecto, ela assemelha-se a *C. recifea* Thatcher & Fonseca, 2005. Distingue-se dessa espécie, no entanto, pelo menor tamanho e pelas carinas dos pereópodos 4 a 7 que são relativamente pequenas e arredondadas (não grandes e ponte agudas). Além, os pleópodos 2-4 carecem das dobras e bolsos que são presentes em *C. recifea*. *Cymothoa spinipalpa* sp. nov. distingue-se de todas as demais espécies de *Cymothoa* por ter palpos mandibulares completamente cobertos por espinhos nos machos adultos. As mancas têm antenas compridas e por isso parecem com as de *Cymothoa oestrum* mas distinguem-se por serem mais largas e de terem urópodos mais curtos.

**PALAVRAS-CHAVE.** Oceano Atlântico; isópodo parasito; parasito de peixe marinho.

TRILLES (1991) listed 32 species of *Cymothoa* Fabricius, 1793, from marine fishes world-wide with 5 of these said to occur in Brazilian waters. THATCHER *et al.* (2003) described a new species from Santa Catarina State and compared it to 6 other species that have been attributed to Brazil. THATCHER & FONSECA (2005) described an additional species from marine fishes of Pernambuco State bringing the total of species to 8. The present paper describes the ninth Brazilian species of *Cymothoa* from the waters of Rio Grande do Norte State.

## MATERIAL AND METHODS

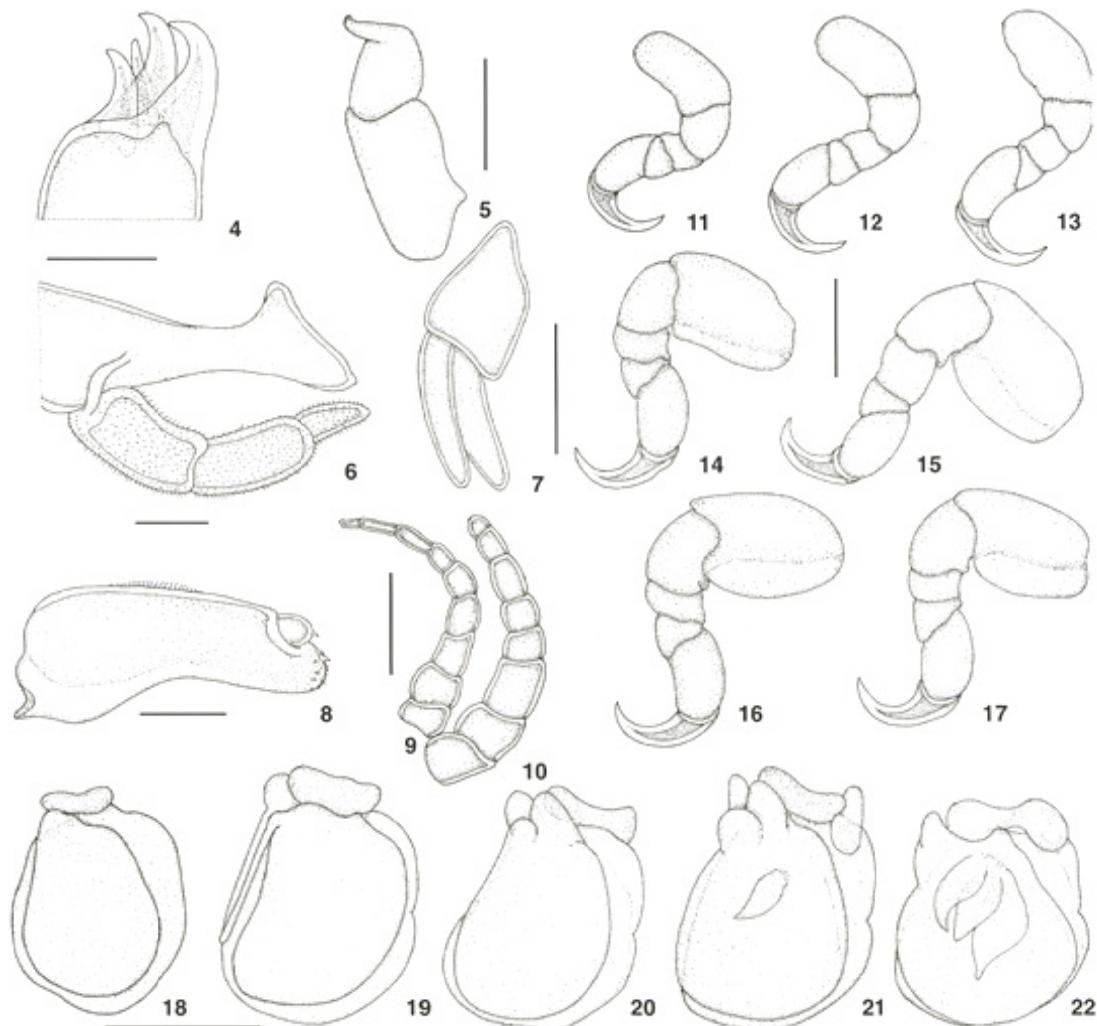
Fish hosts, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801) (Osteichthyes: Carangidae) were netted from the coastal waters at Ponta Negra, Natal, Rio Grande do Norte State, Brazil. They were taken on ice to the Ichthyology Laboratory of the Federal University of Rio Grande do Norte. The isopod parasites were removed from the mouths of the fish and fixed in 70% alcohol. These specimens were sent to the Zoology De-



Figures 1-3. *Cymothoa spinipalpa* sp. nov., male: (1) dorsal (2) ventral (3) lateral. Scale bar = 5 mm.

partment of the Federal University of Paraná, Curitiba, Brazil, for study. There, dissections of the mouthparts, pereopods, pleopods and uropods were made and these parts were cleared in pure phenol for study. Photographs were made

with a digital camera at five megapixels and some of these were used in making the drawings. Measurements are in micrometers ( $\mu\text{m}$ ) except where designated as millimeters (mm).



Figures 4-22. *Cymothoa spinipalpa* sp. nov., male: (4) tip of maxillule (5) maxilliped (6) mandible and palp (7) uropod (8) maxilla (9) antennule (10) antenna; (11-17) pereopods 1-7; (18-22) pleopods 1-5. Scale bars: (4) = 50  $\mu$ m; (5, 9 and 10) = 500  $\mu$ m; (6 and 8) = 200  $\mu$ m; (7, 11-17) = 1000  $\mu$ m; (18-22) 2000  $\mu$ m.

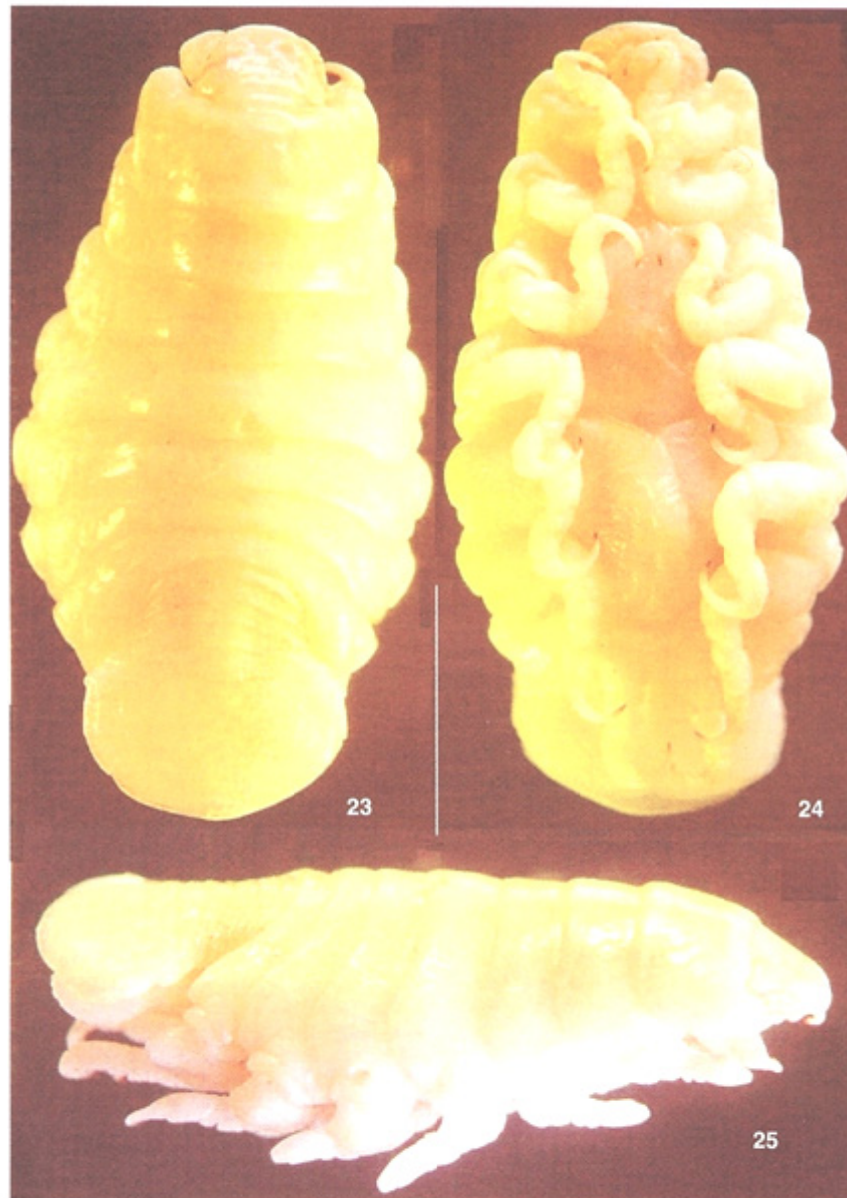
*Cymothoa spinipalpa* sp. nov.

Figs 1-48

Species description (based on eight males and one female). Male (Figs 1-3; measurements in table I): body elongate, widest at level of pereonite 5. Cephalon immersed in pereonite 1; frons doubled downward over bases of antennae; eyes covered ex-

cept in very young specimens. Antennule (Fig. 10) stout, of eight articles; antenna (Fig. 9) slender, of nine articles. Mouthparts (Figs 4-6 and 8): mandible with rounded incisor and molar process; mandibular palp about as long as mandible, of three articles with terminal one much shorter; all three articles of palp covered with small spines (Fig. 6); maxillule (Fig. 4) with four recurved spines distally; maxilla (Fig. 8) bilobed, with one





Figures 23-25. *Cymothoa spinipalpa* sp. nov., female: (23) dorsal (24) ventral (25) lateral; Scale bar = 5 mm.

to three recurved spines and spinules on each lobe; maxilliped (Fig. 5) slender with two to five recurved spines distally. Pereon (Fig. 1): pereonite 1 longest; 2-4 subequal in length; 5-7 shorten progressively with seven being very short. Antero-lateral mar-

gins of pereonite 1 rounded. Pereopods (Figs 11-17): 1-3 small, slender, without carinae; 4-7 larger and with low carinae. Pleon immersed in pereonite 7. Pleopods (Figs 18-22) all bilaminate; 1-3 simple, without folds or pockets; 2 with slender appendix

Table 1. Measurements in millimeters of eight males of *Cymothoa spinipalpa* sp. nov.

Males	Length	Width
1	18	8
2	13	5
3	12	6
4	11	5
5	11	5
6	10	5
7	10	4
8	7	3
Mean = 11.5 ± 3.16		Mean = 5.1 ± 1.46

masculinum: 4 with small pocket; 5 with several folds and pockets. Uropod (Fig. 7) with slender subequal rami.

Pleotelson rounded posteriorly, about twice as wide as long.

Female (Figs 23-45: based on a single specimen having well formed mancas in its marsupium): body elongate, 16 mm long and 9 mm wide at the level of pereonite 5. Cephalon immersed in pereonite 1; frons doubled down over bases of antennae; eyes covered and invisible. Antennule (Fig. 39) stout, of seven articles, with spinules on articles 4-7; antenna (Fig. 40) slender, of eight articles; with few spinules on 7-8. Mouthparts (Figs 26-29): mandible with rounded incisor and molar process; palp about as long as mandible, of three articles with distal one very short; few spines present on terminal article (Fig. 29); maxilla bilobed (Fig. 28) with two to three recurved spines on each lobe; maxillule (Fig. 26) with four recurved spines distally, one of which is slightly smaller than the rest; maxilliped (Fig. 27) with three segmented palp, terminal segment with five spines, flattened part bordered by setae. Pereon (Fig. 23) as in male; pereopods (Figs 31-37) similar to those of male but carinae on 4-7 more pronounced. Pleon immersed in pereonite 7; pleopods (Figs 41-45) similar to those of male, showing pockets only on 4-5 and lacking appendix masculinum on 2. Uropod (Fig. 38) with slender, subequal rami. Pleotelson about twice as wide as long.

Manca = Pullus II (Figs 46-48): body elongate 2.37-2.51 mm long and 0.92-0.94 mm wide at the level of pereonite 4; pleon 0.54 mm wide. Six subequal pereonites present; dactyls 1-3 toothed, 4-6 without teeth. Cephalon wider than long, not immersed; eyes large, black. Mandibular palp (Fig. 47) of three articles, provided with setae and spinules. Antennule of eight articles, reaches to level of pereonite 2; antenna of 12 articles, reaches to level of pereonite 5. Uropods elongate, (Fig. 48) bases extend beyond pleotelson posteriorly, rami subequal in length.

Site: buccal cavity, over tongue.

Host: *Oligoplites saurus* (Cuvier, 1832); Carangidae.

Locality: Ponte Negra, Atlantic Ocean, near Natal, Rio Grande do Norte State, Brazil.

Type material: Holotype male, 5 paratype males and 1 paratype female deposited in the Crustacean Collection of the Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, Brazil.

Etymology: the species name derives from the fact that in males the mandibular palp is unusually spinous.

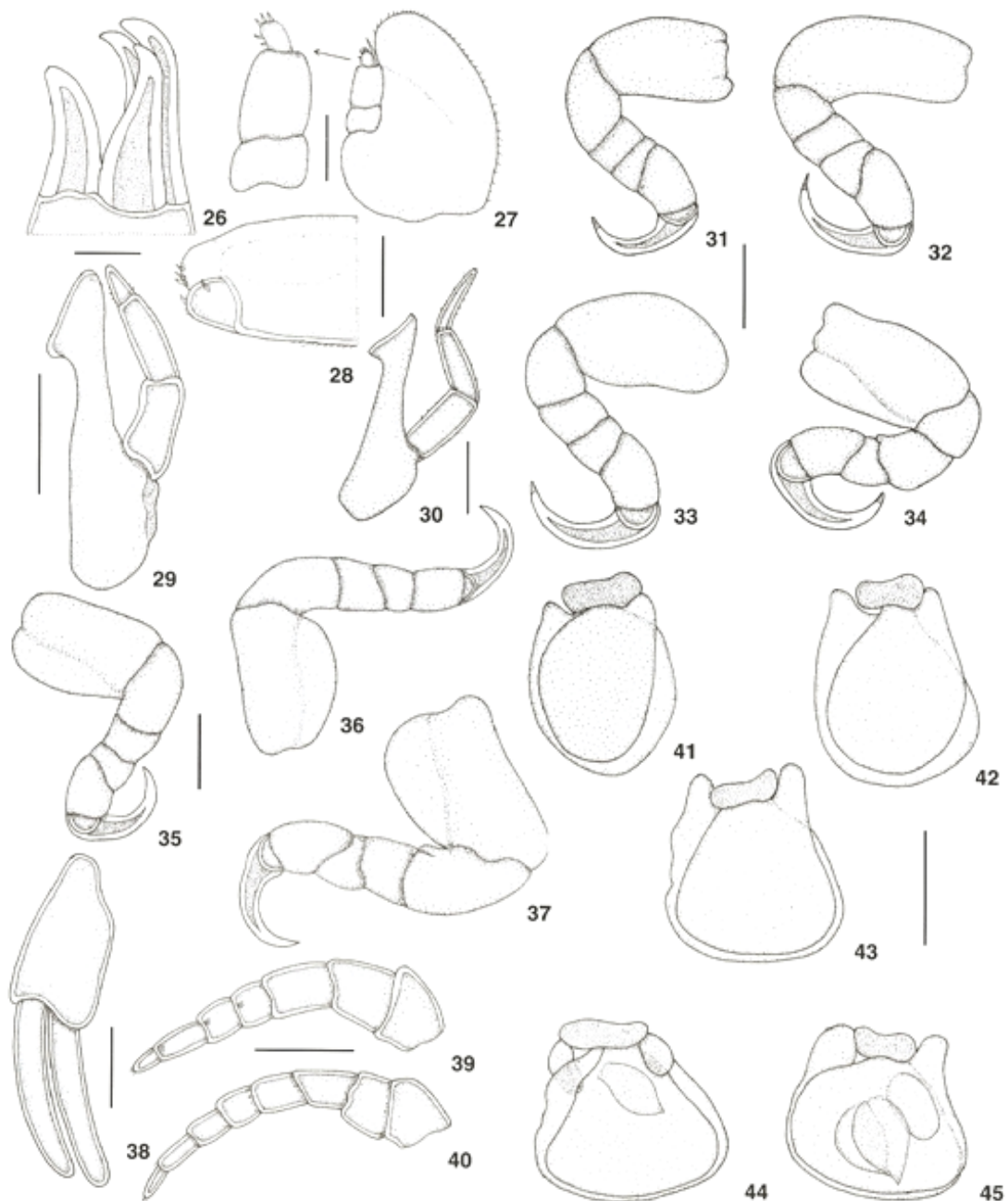
## DISCUSSION

*Cymothoa spinipalpa* sp. nov. superficially resembles *C. recifea* Thatcher & Fonseca, 2005 but differs from the latter in a number of important features. The new species is much smaller (7-18 mm long) not 11-32, with a mean of 20, as in *C. recifea*. The pleopods of the new species have pockets and folds only on 4-5, whereas pleopods 2-5 have such structures in the other species. The basal carinae on the pereopods of the new species are low and rounded and smaller than those of *C. recifea*. In the new species, the mandibular palps of adult males are covered with small spines. This is a characteristic that has not been reported for other species of *Cymothoa*.

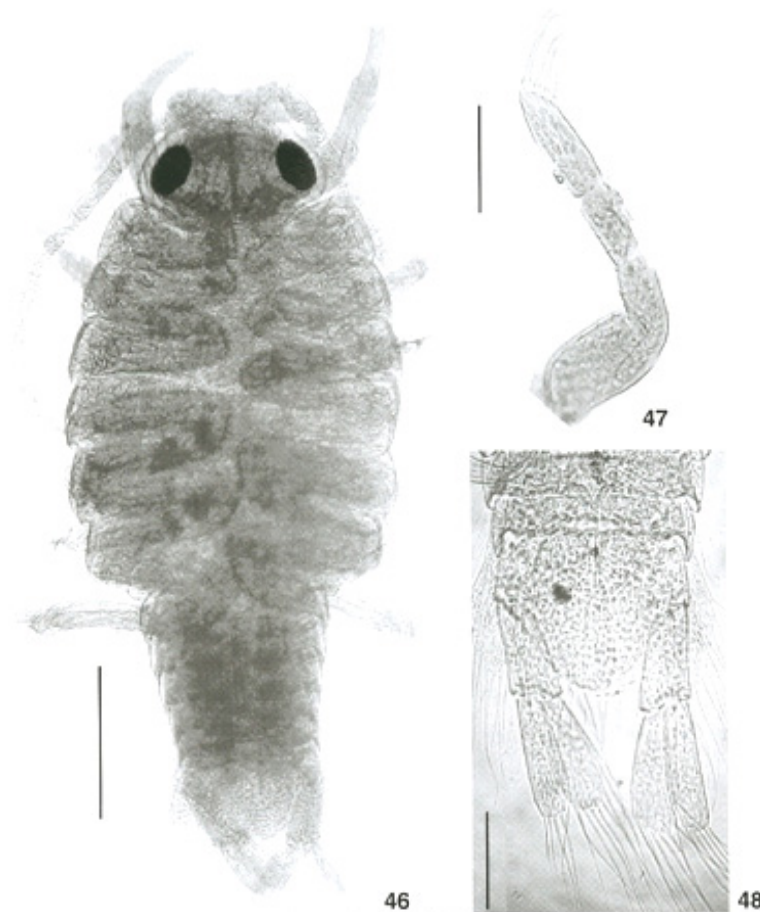
The morphology of mancas has been studied for only a few species of Cymothoidae. The present series of specimens demonstrates some aspects of cymothoid growth. In addition to getting larger, profound morphological changes occur in several structures. In the manca, both the antennule and antenna are elongate; the former having eight articles and the latter 12 (Fig. 46). In adults, both the length and number of articles are reduced. In the adult female, the antennule has seven articles and the antennule eight (Figs 49 and 40). Mancas have only six pairs of pereopods of which dactyls 1-3 are serrate and 4-6 lack basal carinae. Adults, on the other hand, have seven pairs of pereopods, the dactyls are not serrate and basal carinae are found on 4-7. In mancas, the uropods extend posteriorly well beyond the pleotelson (Fig. 48) but in adults they do not reach the posterior margin of that structure (Figs 1-3). The pleopods and uropods are abundantly provided with setae in mancas and these setae are lost in the adults. The mandibular palp of the manca (Fig. 47) consists of three subequal articles the terminal one of which is provided with 4-5 elongate setae. The middle article also has a single elongate seta and all three articles have a few spinules. The mandibular palp in young males (Fig. 30) continues to have three subequal articles, extends well beyond the mandible and shows an increase in spination. In older males, the mandibular palp (Fig. 6) has become short, the terminal article is shorter than the other two and all three have become covered with spinules. In the adult female, the palp is similar to that of the male (Fig. 29) but the terminal article has become even smaller in relation to the other two and few spinules are present.

Not all species of *Cymothoa* have mancas with long antennae and uropods. RICHARDSON (1905) presented drawings of the mancas of *C. excisa* Perty, 1830, and *C. oestrum* (Linnaeus, 1758). The first of these is shown to have short antennae and the second long antennae. THATCHER et al. (2003) offered photographs





Figures 26-45 *Cymothoa spinipalpa* sp. nov., female: (26) tip of maxillule (27) maxilliped (28) tip of maxilla (29) mandible and palp (30) mandible and palp from young male; (31-34) pereopods 1-4; (35-37) pereopods 5-7; (38) uropod; (39) antennule; (40) antenna; (41-45) pleopods 1-5. Scale bars: (26) 25  $\mu$ m; (27, 29 and 38-40) 500  $\mu$ m; (28 and 30) 200  $\mu$ m; (31-37) 1000  $\mu$ m; (41-45) 2000  $\mu$ m.



Figures 46-48. *Cymothoa spinipalpa* sp. nov., manca stage: (46) entire, dorsal (47) mandibular palp; (48) pleotelson and uropods. Scale bars: (46) = 500 µm; (47) = 100 µm; (48) = 200 µm.

of the mancas of two species, namely: *C. catarinensis* Thatcher, Loyola, Jost & Souza-Conceição, 2003, and *C. oestrum*. The first of these also has short antennae. SARTOR & PIRES (1988) described and figured the manca stage of their species called, *Cymothoa liannae* and it also has long antennae. The mancas of *Cymothoa spinipalpa* sp. nov., therefore, resemble those of *C. oestrum* and *C. liannae*. Reliable characters to separate the mancas of these three species have not been defined but there are probably differences in the form of the pleotelson and uropods.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to thank the CNPq-MCT (National Council for Scientific Research and Technological development

of the Ministry of Science and Technology, Brazil) for the grants provided during the study period.

#### REFERENCES

- RICHARDSON, H. 1905. A monograph on the isopods of North America. *Bulletin of The United States Natural Museum* 54: 1-740.
- SARTOR S.M. & A.M. PIRES. 1988. The occurrence of *Cymothoa liannae*, a new species of cymothoid isopod from Brazil, with a comparative study of its post-marsupial development. *Crustaceana* 55: 147-156.
- THATCHER, V.E. & F.T. FORSECA. 2005. *Cymothoa recifea* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the mouths of marine fishes

- of Pernambuco State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* 22 (3): 517-521.
- THATCHER, V.E., J. DE LOYOLA E SILVA, G.F. JOSÉ & J.M. SOUZA-CONCEIÇÃO. 2003. Comparative morphology of *Cymothoa* spp. (Isopoda, Cymothoidae) from Brazilian fishes, with the description of *Cymothoa catarinensis* sp. nov. and redescription of *C. excisa* Perty and *C. oestrum* (Linnaeus). *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (3): 541-552.
- TRILLES, J.P. 1991. Les Cymothoidae (Crustacea, Isopoda) du monde. *Studia Marina* 21/22 (1-2): 5-288.

---

Received in 21.III.2006; accepted in 09.III.2007.

## JOURNAL OF FISH BIOLOGY



**Edited by:**  
J.F. Craig

**ARTIGO EM PREPARAÇÃO**

**Occurrence of *Cymothoa spinipalpa* (Isopoda Cymothoidae) and  
reproductive aspects of the marine host fish *Oligoplites palometa*  
(Osteichthyes: Carangidae)**

Araújo, G. S.<sup>a</sup>, Lima, J. T. A. X.<sup>b</sup>, Cavalcanti, E. T. S.<sup>c</sup>, Damasceno, D. N. F.<sup>d</sup>, Chellappa, N.  
T.<sup>e</sup>, Araújo, A.<sup>b</sup> & Chellappa, S.<sup>b</sup>.

**Occurrence of *Cymothoa spinipalpa* (Isopoda: Cymothoidae) and reproductive aspects of the marine host fish *Oligoplites palometa* (Osteichthyes: Carangidae)**

Araújo, G. S.<sup>a</sup>, Lima, J. T. A. X.<sup>b</sup>, Cavalcanti, E. T. S.<sup>c</sup>, Damasceno, D. N. F.<sup>d</sup>,

Chellappa, N. T.<sup>e</sup>, Araújo, A.<sup>b</sup> & Chellappa, S.<sup>b</sup>.

<sup>a</sup> Postgraduate Program in Biologic Science, Department of Physiology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil, CEP 59.072-970.

<sup>b</sup> Postgraduate Program in Psychobiology, Department of Physiology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil, CEP 59.072-970. E-mail: ticiano.ximenes@gmail.com; E-mail: arrilton@gmail.com

<sup>c</sup> Postgraduate in Aquaculture, Department of Veterinary Science, Bioscience Centre, Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brazil.

<sup>d</sup> Graduate Program in Aquaculture, Department of Oceanography and Limnology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. Brazil, CEP 59.072-970.

<sup>e</sup> Postgraduate Program in Aquatic Bioecology, Department of Oceanography and Limnology, Bioscience Centre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. Brazil, CEP 59.072-970. E-mail: bama@dol.ufrn.br

Studies on marine fish parasites could still be considered scarce in relation to the vast fish diversity in Brazil. The present work registers the occurrence of an isopod parasite on the leather jack, *Oligoplites palometa* (Cuvier) (Osteichthyes: Carangidae) in the coastal waters of Rio Grande do Norte State, Brazil. During the period of May, 2006 to July, 2007, 78 fish samples were captured from the coastal waters of Natal, RN. The crustacean isopod parasite, *Cymothoa spinipalpa* (Isopoda: Cymothidae) was encountered on the tongue in the oral cavity of the hosts. The parasitic indices of *C. spinipalpa* on *O. palometa* were: 64.1 % of prevalence, mean intensity of 2.02 parasites per host and abundance of 1.29 parasites per fish sampled. *O. palometa* presented negative allometric growth. Significant correlations were observed between body mass and length of hosts and the number of parasites, besides a positive correlation between body length of hosts and body lengths of female parasites. A higher proportion of female hosts were parasitized than males. The hosts presented a high parasitic prevalence for *C. spinipalpa*, with a higher frequency of occurrence in females and the parasites were always found on the tongue in the oral cavity of the hosts. Macroscopic analyses of gonads showed four stages of gonadal development for both sex of *O. palometa*: immature, maturing, mature and spent.

**Key Words:** Ectoparasitic isopod, *Cymothoa spinipalpa*, *Oligoplites palometa*.

## INTRODUCTION

The marine pelagic fish Maracaibo leatherjack (*Oligoplites palometa*) belongs to the family Carangidae, occurs in schools near the coast and is captured by the beach-seines. It is an important component of the Brazilian northeast artisanal fishery and has high commercial value, and is an important source of protein. This species is found in tropical and temperate seas, and despite its wide geographical distribution (Duque-Nivia *et al.*, 1995), there are few studies related to parasitism or reproductive aspects of *O. palometa*.

Among the marine fish parasites, approximately 25% are crustaceans, represented by copepods, branchyurus and isopods (Eiras *et al.*, 2000). The order isopoda consists around ten thousand species divided into ten suborders. Phylogenetic analysis and fossil records suggest that this group dates from the Carboniferous Period in the Paleozoic Era, approximately three hundred million years ago (Brusca & Wilson, 1991). The suborder Flabellifera includes the family Cymothoidae, whose individuals inhabit the branchial chamber and bucal cavity of the fish, as such they easy to detect with the naked eye. Isopods belonging to the family Cymothoidae are one of the most diversified lineages of the order Isopoda, and currently include 42 genera and more than 325 described species (Keitmaier *et al.*, 2007). The Cymothoidae parasitize numerous families and species of fish, many of which are commercially important, particularly in tropical and subtropical regions (Horton & Keymer, 2003). The effect of these ectoparasitic infestations varies according to the state of equilibrium and host-parasite interaction (Leonardos & Trilles, 2003). There are four areas of attachment of the parasite on the host fish: the tegument or fins, the branchial cavity, the bucal cavity or tongue, and the cavities or pouches that they produce inside the body cavity (Eiras *et al.*, 2000). The presence of isopods alter these sites (Rhode, 2005), for example, atrophy of the branchial filaments, removal of the branchial arches and destruction of the tongue (Chavez-Lopez *et al.*, 2005).

Reproduction is an important aspect in the biology of species and its success depends on recruitment and consequently, on maintaining viable populations, indispensable to preserving environmental equilibrium. Failure in reproduction of host fish for consecutive years may lead to the depletion of natural stocks or even to their extinction (Esper *et al.*, 2000). The success achieved by fish depends on their reproductive strategies and tactics (Araújo & Chellappa, 2002).

The reproductive biology of marine fish from the Southwest Atlantic coastal waters have not been well documented (Duque-Nivia *et al.*, 1995, Lima *et al.*, 2005; Souza *et al.*, 2007),



and are mainly related to commercially valuable species. However, this issue has yet to be investigated in the crustacean fish hosts, such as the Maracaibo leatherjacket (*O. palometa*), even though it is an important fish for the coastal fishermen of Brazil.

The present study records the ecological indices of parasites and the effect of parasitism on the body mass, length and host condition factor of *O. palometa*, in addition to the type of growth and reproductive aspects, such as, sex ratio, gonadosomatic index and gonadal development.

## MATERIAL AND METHODS

### *Study area and sample collection*

The study was conducted in the coastal waters of Ponta Negra Beach (05°52'30'' S and 35°08'00'' W) and of Redinha Beach (05°45'00'' S and 35°10'35'' W), located in the urban zone of Natal, Brazil. Monthly fish collections were carried between May 2006 and July 2007. A beach seine net (110 m long and 3 m high) with a fine inner mesh of 10mm and a coarse mesh of 70mm at the extremities was used. The fishermen, using a small raft, cast the net 100m from the beach in a water depth of 5 m. The net was hauled by ropes attached to the extremities. The entire fishing procedure, from the beginning until the removal of the net lasted about 1 hour. Three consecutive fishing trails were performed monthly involving between 6 and 12 fishermen on each occasion.

Confirm the identification of *O. palometa* was based on biometric, morphometric and meristic measures (Araújo et al., 2004). The isopod crustaceans were removed, measured (mm) and fixed in 70% alcohol. The vials containing the parasites were identified with the number of the host, sex of the parasite, attachment area, collection site and date (Chavez-Lopez *et al.*, 2005) and the data were recorded on necropsy charts. Identification of the isopods was carried out with the assistance of Professor Vernon E. Thatcher of the Department of Zoology, Federal University of Parana, Brazil.

### *Rainfall*

The rainfall data of the study area was obtained from the Department of Meteorology and Hydric Resources of EMPARN (Agriculture Research Enterprise of Rio Grande do Norte, Natal, Brazil), in order to characterize the rainfall regime and to separate the dry and rainy seasons.

### *Ecological indices of parasites*

The parasitic indices calculated were: prevalence (number of parasitized fish/number of fish examined x 100), mean intensity (total number of parasites/total number of parasitized fish) and mean parasitic abundance (prevalence x mean intensity). These indices were calculated according to Bush *et al.*, (1997).

### *Type of growth*

The weight / length relation was established by the equation,  $Wt = \phi Ls\theta$ ; where  $Wt$  is total weight,  $Ls$  is standard length,  $\phi$  is the condition factor coefficient and  $\theta$  is the angular coefficient or growth coefficient, which allows us to determine the type of growth of each species (Santos, 1978).

### *Condition factor (K)*

The condition factor was calculated according to Nash *et al.*, (2006),  $K = (W/L^3) \times 100$ , where  $K$  = Fulton's condition factor,  $W$  = total weight (g) and  $L$  = total length (cm).

### *Sex ratio*

The fish were dissected and the gonads removed, weighed and examined to identify the sex. The proportion between the males and females was determined by analyzing their monthly relative distribution frequency during the study period (Vazzoler, 1996).

### *Macroscopic aspects of gonad development*

Macroscopic examination was performed to classify gonad development (Vazzoler, 1996).

### *Gonadosomatic Index (GSI)*

The gonads were removed and weighed (g). GSI was determined using the percentage relation between gonad weight ( $Wg$ ) and fish body weight ( $Wt$ ) minus gonad weight ( $Wg$ ), given by the relation:  $GSI = [Wg/(Wt-Wg)] \times 100$ , according to Wootton *et al.* (1978).

### *Statistical analyses*

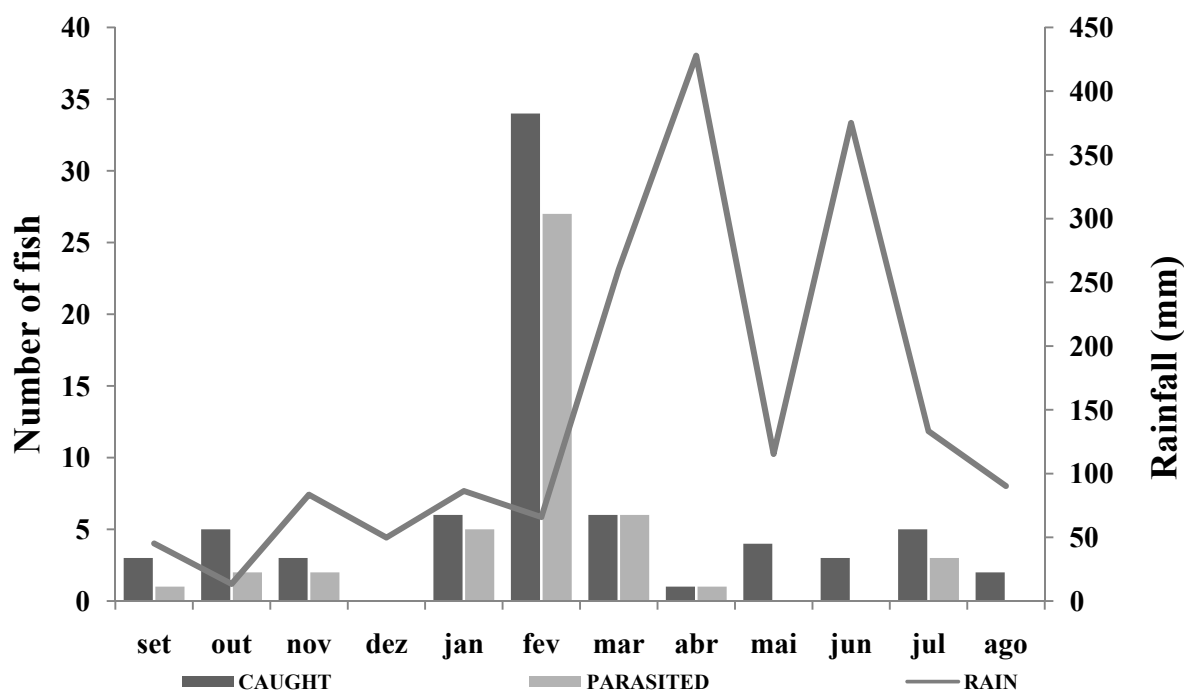
Pearson's correlation tests were performed to determine the correlation between the variables weight and length of host fish and number of parasites. The  $t$ -test was applied to compare the mean condition factor of the parasitized and non-parasitized fish. The  $\chi^2$  (chi-

square) test was used to verify the differences and their significance (5%) in the proportion between parasitized male and female host fish. The statistical analyses were conducted using Statistica 7.0 software.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Rainfall

During the entire study period mean annual rainfall was 120 mm, the rainy season was from March to August and the dry season between September to February (Fig. 1). During the rainy period the mean rainfall was 171.3 mm, and in the dry period it was 59.02 mm. The rainfall pattern recorded during the study period was normal for a semi-arid climate.

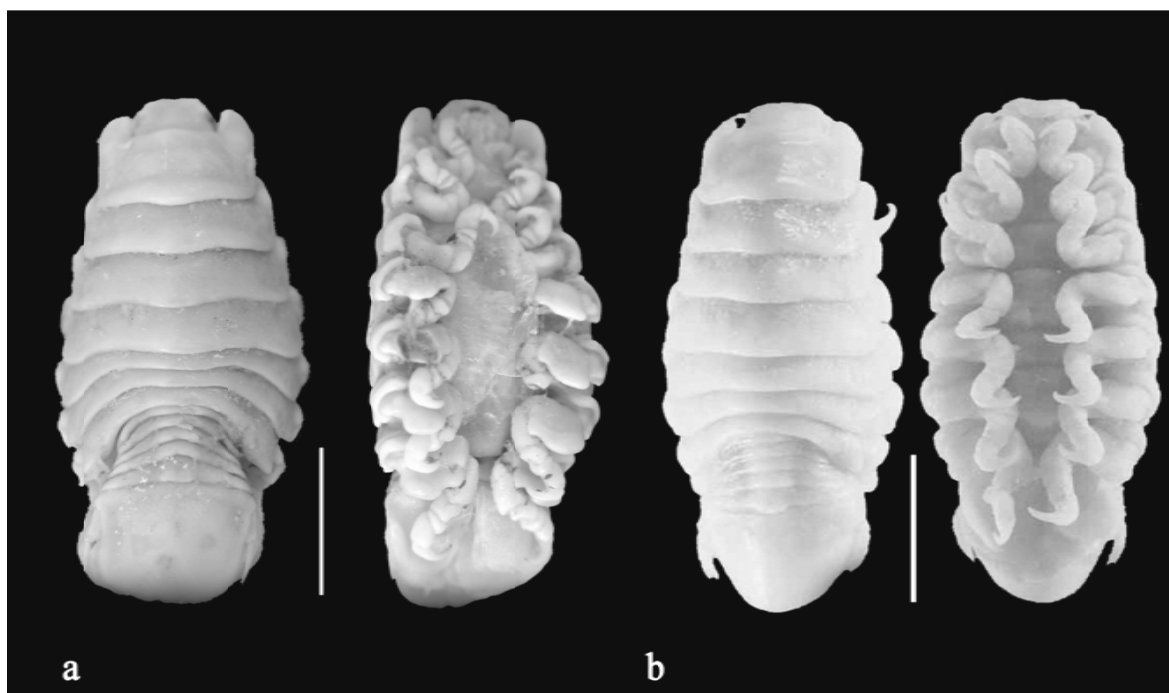


**Figure 1.** Occurrence of parasitized fish in relation to monthly variation in rainfall.

### Parasitism by isopod and ecological indices of parasites

Figure 1 shows the monthly variation of fish captured and parasitized (grouped sex). Of the 78 specimens of *O. palometa* captured, 49 (63%) were males and 29 (37%) females, of these 31 males and 19 females were parasitized. The number of fish captured, parasitized and the number of isopods found in relation to the males and females on the host.

The occurrence of a single species of isopod ectoparasite was observed in *O. palometa*. This was identified as *Cymothoa spinipalpa* (Thatcher, Araújo, Lima & Chellappa, 2007) (Fig. 2). Despite the great similarity of the new species with *C. recifea* (Thatcher & Fonseca, 2005), *C. spinipalpa* distinguishes itself from *C. recifea* by its small round carina (between 4 and 7). It also distinguishes from all the other species of the family *Cymothoa* by the presence of mandibular palpi, completely covered with thorn-like projections in the adult males (Thatcher *et al.*, 2007). This is the first record of occurrence of *C. spinipalpa* in *O. palometa*.



**Figure 2.** Isopod *C. spinipalpa* a) Dorsal and ventral view of female; b) Dorsal and ventral view of male (scale 5 mm).

The parasitic indices of *O. palometa* showed a prevalence of 64.1%, mean intensity of 2.02 parasites per fish and mean abundance of 1.29. In the dry period these indices showed a prevalence rate of 72.6%, mean intensity of 1.01 parasites per fish and mean abundance of 1.39, whereas in the rainy period these indices showed a prevalence rate of 50%, mean intensity of 2.25 parasites per fish and mean abundance of 1.13. Table I shows the values of the parasitic indices during dry and rainy periods of *C. spinipalpa* in *O. palometa*.

**Table I.** Parasitic indices of *C. spinipalpa* on host fish *O. palometa* during the dry and wet seasons.

Season	Mean intensity	Mean abundance	Percentage of prevalence
Dry	1.9	1.4	72
Wet	2.3	1.2	50

The dry season had higher parasitic and abundance indices, whereas mean intensity remained practically constant between the two seasons. The same result was found by Azevedo *et al.* (2002), studying parasitism by the isopod *Riggia paranaensis* in the host *Cyphocharax gilbert*. The author suggests that the increased prevalence of the parasite observed during the dry season may reflect the large occurrence of infestation by larvae born in the rainy season.

In other studies conducted with isopods from the family *Cymothoidae*, the prevalence rate was 20% for *Cymothoa catarinensis* in the host *Menticirrhus litoralis* and 13% for *Cymothoa excise* in the host *Micropogonias furnieri* (Thatcher *et al.*, 2003a). Parasitism by *Lironeca redmanni* in *Cetengraulis edentulous* showed a prevalence rate of 17.06% (Thatcher *et al.*, 2003b) and parasitism by *Lironeca* sp in *Atherinomorus lacunosus* was 3.6% (Coloni *et al.*, 1997). In the Serra Spanish mackerel, *Scomberomorus brasiliensis*, the prevalence rate was 31% for *Lironeca redmanni* (Lima *et al.*, 2005).

Considering the results of Cordoni *et al.* (1997), Thatcher *et al.* (2003a), Thatcher *et al.* (2003b) and Lima *et al.* (2005), *O. palometa* showed a high parasitic prevalence rate by *C. spinipalpa*.

#### *Attachment site and parasitic specificity*

*C. spinipalpa* showed parasitic specificity for the attachment area only on the tongue and in the oral cavity of the host. *C. spinipalpa* was the only species found in *O. palometa*; as such, there was no coexistence of other parasite species.

The isopods of the genus *Cymothoa* are commonly found in the oral cavity of their hosts; however, some studies report that Cymothoid males and females differ as to location on their hosts (Sartor, 1986; Bunkley-Williams *et al.*, 2006). For example, females of the isopod *Cymothoa* attach themselves in the oral cavity of the host *Orthopristis ruber*, whereas the male isopods fasten themselves in the branchial cavity (Bunkley-Williams *et al.*, 2006). In the present study, both sexes of the parasite *C. spinipalpa* were found in the bucal cavity of the

host, corroborating the results of Leonardos & Trilles (2003), who found males and females of the isopod *Mothocya epimerica* in the oral cavity of the host *Atherina boyeri*.

#### *Length and weight of the fish*

The total weight of male *O. palometa* ranged from 51.6 g to 942.0 g (mean  $154.3 \pm$  SD 153.3), whereas the total weight of the females varied from 45.3 g to 243 g (mean  $116.07 \pm$  SD 47.33). The total length of *O. palometa* ranged from 198 mm to 575 mm (mean  $26.1 \pm$  SD 6.68), whereas the total length of the females varied from 200 mm to 320 mm (mean  $24.5 \pm$  SD 2.85). The males weighed more and were longer than the females, possibly because more males were collected, which allowed for the register of males in various weight and length classes.

#### *Relation between host weight and length and the number of parasites*

There was a significant correlation between host weight and the number of parasites ( $p < 0.05$ ) and between host length and the number of parasites ( $p < 0.05$ ).

There was a slightly positive correlation between host weight and the number of parasites ( $r = 0.25$ ) and between host length and the number of parasites in *O. palometa* ( $r = 0.22$ ). This result indicated that the parasites had a preference for hosts with higher body weight and body length. Paraguassú *et al.* (2002) studied the ecology of metazoan parasites of *Pagrus pagrus* and found a positive correlation between parasitic prevalence by *Cymothoa* sp. and the total body length of *Pagrus pagrus*.

The occurrence of a greater number of isopods in large fish may be due to their larger body surface area.

#### *Relation between host and parasite length*

There was a positive correlation between the total length of the hosts and the length of the female isopod parasites ( $r = 0.64$ ). According to Alvarez & Flores (1997), there is a positive correlation between the length of females of the isopod *Cymothoa exgua* and the total body length of the host *Lutjanus peru*. Females of the family Cymothoidae grow until they fill the entire space available in the oral cavity of the host, since the greater their growth the greater will be their fecundity (Kittlein, 1991). The growth of female isopods was, therefore, limited by the space available in the oral cavity of *O. palometa*.

There was no significant correlation between the length of male *C. spinipalpa* and the total length of *O. palometa*. Similar results were found by Chávez-Lopez *et al.* (2005) in parasitism



by the isopod *Elthusa alvaradoensis* in the host *Synodus foetens*. This indicates that, in contrast to female parasites, which need a large space for growth and gonad development, the males *C. spinipalpa* are smaller and do not require much space.

#### *Condition factor (K)*

The condition factor in *O. palometa* varied from 4.96 to 11.04 ( $7.57 \pm 1.17$ ) in parasitized individuals and from 5.26 to 9.10 ( $6.66 \pm 1.05$ ) in non-parasitized individuals. There was a significant difference between the condition factor of parasitized and non-parasitized fish (t-test = 2.99;  $p < 0.05$ ). The condition factor has been used by several authors to quantify the effect of parasitism on the host. Horton & Okamura (2001) used the condition factor to assess the effect of parasitism by the isopod *Ceratothoa oestroides* on the host *Dicentrarchus labrax*. Some studies indicate that the condition factor is a very accurate tool for measuring the effect of parasitism by Cymothoidae isopods on many hosts, as in the case of parasitism by *Livoneca redmanii* in the host *Scomberomorus regalis* (Williams & Bunkley-Williams, 2000). In the present study, the condition factor was not an accurate tool for measuring the effect of parasitism by *C. spinipalpa* in *O. palometa*.

#### *Type of growth*

*O. palometa* males and females exhibited negative allometric growth ( $\theta = 0.996$  and  $0.913$ , respectively). According to Benedito-Cecilio & Agostino (1997), if  $\theta$  is equal to 3, growth is isometric; if  $\theta$  is greater than 3, it is positive allometric; and if it is less than 3, growth is negative allometric. This means that, if growth is isometric, the increase in weight follows the growth in length, but if it is positive allometric, there is a greater increase in weight than in length. In this study, *O. palometa* displayed negative allometric growth, meaning that there was a lower increase in weight than in length.

#### *Sexual ratio*

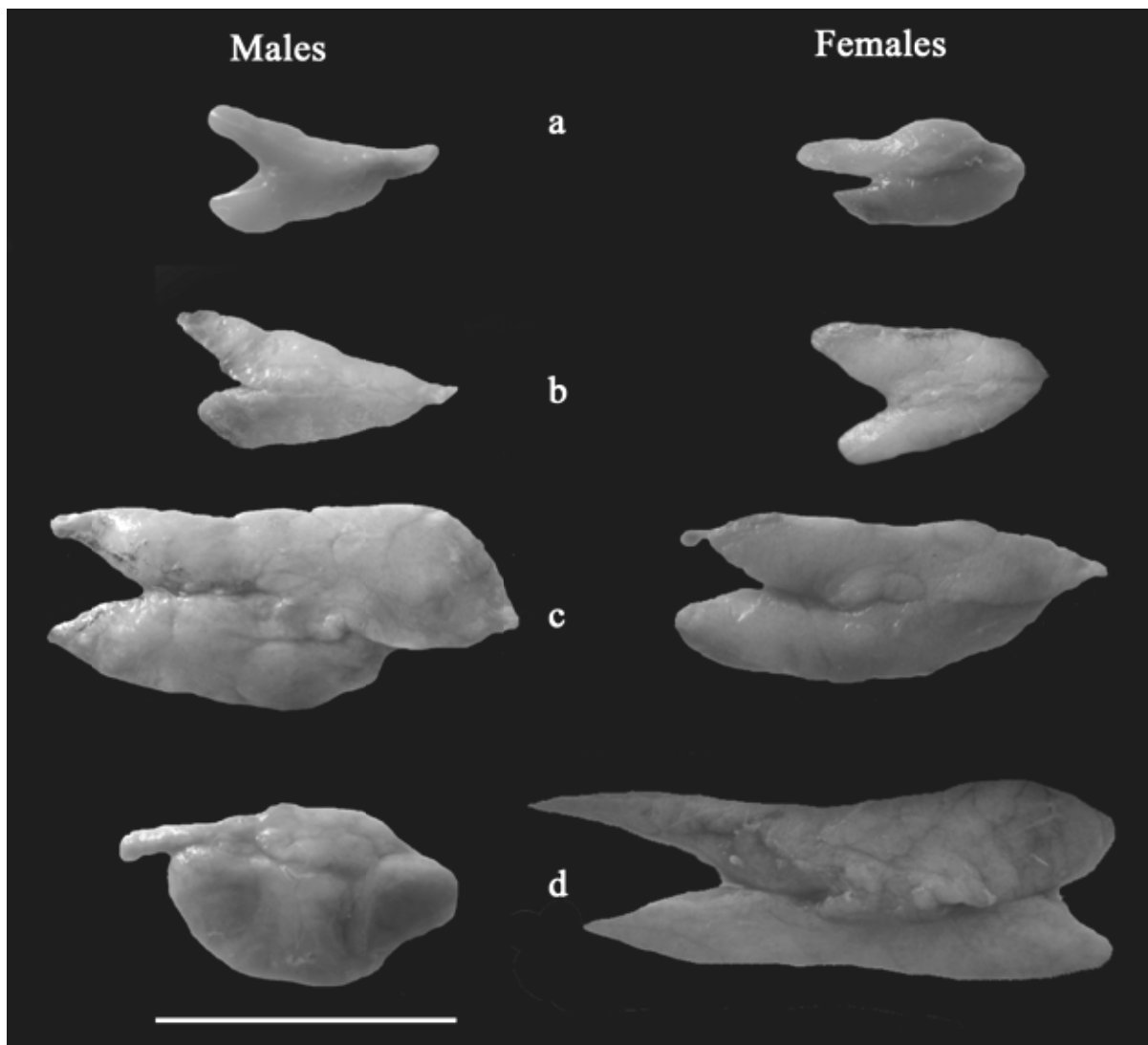
Since there were more males than females there was a significant difference in the sex ratio of the fish ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in the proportion of parasitized males and females ( $P < 0.05$ ), which suggests that *C. spinipalpa* had no specificity in relation to host sex.

During the life cycle of the fish, sexual proportion may vary as a function of various factors that act differently on each sex (Souza *et al.*, 2007). The females of *O. palometa* spawn far from coastal waters throughout the year (Duque-Nivia *et al.*, (1995), which might

explain the greater occurrence (nearly twice as many) of males captured in the coastal collection area.

*Macroscopic aspects of gonad development in O. palometa*

In both sexes of *O. palometa* macroscopic analysis enabled us to identify the four distinct gonad maturation stages: immature, maturing, mature and spent (Figure 3, Table II).



**Figure 3.** Macroscopic aspects of gonads in various developmental stages of males and females of *O. palometa*: (a) Immature, (b) developing, (c) mature (d) spent and resting gonads (Scale bar =30mm).

**Table II.** Macroscopic classification and description of the ovarian and testicular maturity stages of *O. palometa*.

Stage	Macroscopic description of ovaries	<i>Macroscopic description of testicules</i>
Immature	Ovaries small thread-like and translucent, no oocytes were observed	Testes small, extremely thin and translucent.
Maturing	Ovaries occupied 1/3 of the coelomic cavity, oocytes were visible.	Testicles occupied 1/3 of the coelomic cavity.
Mature	Ovaries were well vascularized and occupied 2/3 of the coelomic cavity with visible oocytes.	Testicles were large, whitish in colour with blood vessels appearing in the periphery and occupied 2/3 of the coelomic cavity.
Spent	Ovaries were flacid with signs of hemorrhage.	Testicles were smaller occupied 1/3 of the coelomic cavity with signs of hemorrhage.

#### *Gonadosomatic index (GSI) x Condition factor (K)*

The GSI values varied from 0.07 to 1.64 in the females ( $0.42 \pm 0.51$ ) and from 0.07 to 0.15 in the males ( $0.12 \pm 0.03$ ). In the dry season the males had mean GSI of 0.13 ( $\pm 0.03$ ), whereas in the rainy season it was 0.11 ( $\pm 0.03$ ). There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) between the GSI of the males in the dry and rainy seasons. The same results were found for the females.

The condition factor of male *O. palometa* ranged from 4.96 to 10.05, with a mean value of 7.2 ( $\pm 1.37$ ). Both male and female *O. palometa* showed a low correlation between the condition factor (K) and the gonadosomatic index (GSI), with  $r = 0.03$  and 0.06, respectively.

According to Duque-Nivia *et al* (1995), *O. palometa* showed no correlation between the condition factor and GSI, possibly due to the variation in condition factor that is more influenced in this species by food than by reproductive cycle.

## ACKNOWLEDEMENTS

The authors wish to thank CAPES/MEC, the National Council for Scientific and Technological Development of Brazil (CNPq) for the financial support awarded during the study period (J. T.A. Ximenes de Lima, Grant n°. 141651/2005-9) and for the Research grants awarded (S.Chellappa, Grant n°. 307497/2006-2, A. Araújo, Grant n°. 302012/2006-0 and N.T. Chellappa, Proc.No.306274/2003-5). Prof. Vernon Thatcher of the Department of Zoology, Federal University of Parana, for help given in identification of the fish parasites.

## REFERENCES

- ALVAREZ, F. & FLORES, M. (1997). *Cymthoa exgua* (Isopoda: Cymothoidae) parasitando al pargo *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) em Menzanlino, Colina, México. *Revista de Biología Tropical*. **44**; 391-394.
- ARAÚJO, A. S., CHELLAPPA, S, (2002). Estratégia reprodutiva do peixe voador, *Hirundichthyes affinis* Gunther (Osteichthyes: Exocoetidae). *Revista Brasileira de Zoologia*. Curitiba, PR, **19** (3); 691 – 703.
- Araújo, M. E., Teixeira, J. M. C., Oliveira, A. M. E. (2004). Peixes Estuarinos Marinhos do Nordeste Brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 260 p.
- AZEVEDO, J. S., THOMÉ, M. P. M., GOMES DA SILVA, L., NOVELLE, R., DANSA-PETRETSKI, M. & LIMA, N. R. W. (2002). Parasitismo de *Riggia paranaensis* (Crustacea, Cymothoidea) em populações de *Cyphocharax gilbert* (Teleostei, Curimatidae) do norte do estado do Rio de Janeiro. **28** (1): 61-69.
- BENEDITO-CECÍLIO, E. & AGOSTINHO, A. A. (1997). Estrutura das populações de peixes do reservatório de segredo. In: AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. (Ed.). Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. Maringá: Eduem. cap. 7, p. 113-139.
- BRUSCA, R. C. & WILSON, G. D. F. (1991) A phylogenetic analysis of the Isopoda with some classificatory recommendations. *Memoirs of the Queensland Museum*, **31**: 143-204p.
- BUNKLEY-WILLIAMS, L., WILLIAMS, E. H. JR. & BASHIRULLAH, A. K. M. (2006). Isopods (Isopoda: Aegidae, Cymothoidae, gnathidae) associated with venezuelan

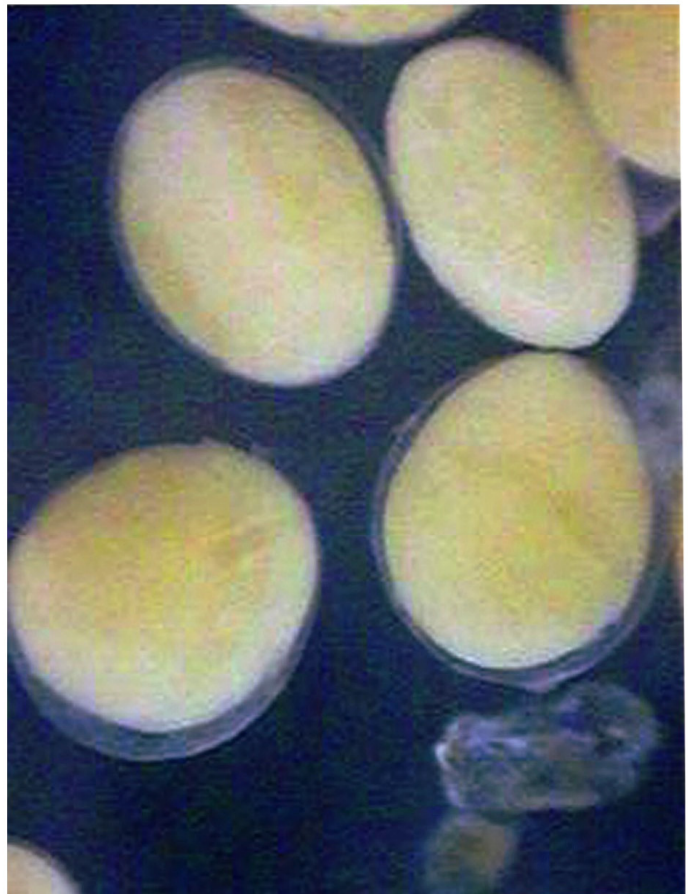
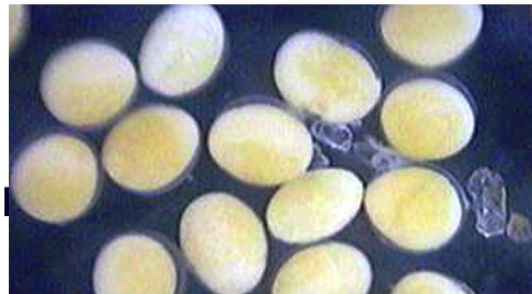
- marine fishes (Elasmobranchii, actinoptergii). *Revista de biologia tropical*. **54**: 175:188.
- BUSH, A. O., LAFFEHTY, K. D., LOTZ, J. M. & SHOSTAK, A. W. (1997). Parasitology meets Ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisted. *Journal of Parasitology*. Washigton, D. C., **83** (4); 575-583.
- CHÁVEZ-LOPEZ, R., ROCHA-RAMIREZ & BRUCE. (2005). *Elthusa Alvaradoensis* Rocha-Ramírez, Chávez-Lopez & Bruce, 2005 (Isopopa, Cymothoidae) parasitizing the inshore lizardfish, *Synodus foetens* (Linnaeus, 1766) on the continental shelf off central VeraCruz, Mexico. *Crustaceana*. **78**; 865-872.
- CORLONI, A., TRILLES, J. P. & GOLANI, D. (1997). *Livoneca* sp. (Flabellifera: Cymothoidae), an isopod parasite in the oral and branchial cavities of Red sea silverside *Atherinomorus lacunosus* (Peciforme, Atherinidae). *Disease of Aquatic Organisms*. **31**: 65-71.
- DUQUE-NIVIA, GUILLERMO; ARTHURO ACERO P. & ADRIANA SANTOS-MARTINEZ. (1995). Aspectos reproductivos de *Oligoplites saurus* y *O. palometa* (PISCES: CARANGIDAE) en La Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiam. *Caribbean Journal of Science*. **31** (3-4); 317-326.
- EIRAS, J. C., TAKEMOTO, R. M. & PAVANELLI, G. C. (2000). Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. Editora da Universidade Estadual de Maringá, PR, p.173.
- ESPER, M. L. P., MENEZES, M. S. & ESPER, W. (2000). Escala de desenvolvimento gonadal e tamanho de primeira maturação de fêmeas de *Mugil platanus* (Günther, 1880) da Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, **29** (1, 2, 3, 4): p. 255-263.
- HORTON, T. & OKAMURA, B. (2001). Cymothoid Isopod parasites in aquaculture: a review and case of study a Turkish sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*) farm diseases of aquatic organism. **46**; 181-188.
- HORTON, P. H. & KEYMER, A. E. (2003). Comparing life histories using phylogenies. *Philosophical Transcriptions of The Royal Society of London*. **332**; 31-39.
- KETMAIER, V. JOYCE, D. A., HORTON, T. & MARIANI, S. (2007). A molecular phylogenetic framework for the evolution of parasites strategies in cymothoid isopods (Crustacea). *Jornal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, **20**: 403-414.

- KITTLEIN, M. J. (1991). Population biology of *Sphaeroma serratum* Fabricius (Isopoda: Flabellifera) at the port of Mar del Plata, Argentina. *Journal of Natural History*. **25**: 1449-1459.
- LIMA, J. T. A. X. de., CHELLAPPA, S. & THATCHER, V. E. (2005). *Livoneca redmanni* Leach (Isopoda, Cymothoidae) e *Rocinela signata* Schioedte & Meinert (Isopoda, Aegidae), ectoparasitos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-Camin (Osteichthyes, Scombridae) no Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, **22** (4): 1104- 1108.
- LEONARDOS, I. & TRILLES, J. (2003). Host-parasite relationships: Ocorrence and effect of the parasitic isopod *Mothocya epimerica* on sand smelt *Arterina boyeri* in the Mesolongi and Etolikon Lagoons (W. Greece). *Diseases of Aquatic Organism*. **54**: 243-251.
- NASH, R. D. M., VALENCIA, A. H. & GEFFEN, A. J. (2006). The Origin of Fulton's Condition Factor Setting The Record Straight. *Fisheries Research* **31**: 236-238.
- PARAGUASSÚ, A. R., LUQUE, J. L. & ALVES, D. R. (2002). Community ecology of the metazoan parasites of red porgy, *Pagrus pagrus* (L., 1758) (Osteichthyes, Sparidae) from the coastal zone, state Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Scientiarum*, Maringá. **24** (2): 461- 467.
- ROHDE, K. (ED) (2005). *Marine Parasitology*. Austrália: CSIRO publishing, Collingwood. Victoria CABI. 592p.
- SANTOS, E. P. (1978). *Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura*. São Paulo: Edusp. 78.
- SARTOR, S. M. (1986). Incidencia de isopodes parasitas (Cymothoidae) em peixes da plataforma continental brasileira. *Boletim do Instituto oceanográfico da USP*. **34**: 1-12.
- SOUZA, L. L. G., CHELLAPPA, S. & GURGEL, H. C. B. (2007). Biologia reprodutiva do peixe-donzela, *Stegastes fuscus* Cuvier, em arrecifes rochosos no nordeste do Brasil.. *Revista Brasileira de Zoologia*. **24**: 419-425.
- THATCHER, V. E., SILVA, J. L. & JOST, G. F., (2003a). Comparative morphology of *Cymothoa* spp. (Isopoda, Cymothoidae) from Brazilian fishes, with the description of *Cymothoa catarinensis* sp. nov. and redescrptions of *C. excisa* Perty and *C. oestrum* (Linnaeus). *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba. , **3** (20): 541-552.
- THATCHER, V. E., J. M. SOUZA-CONCEIÇÃO & G. F. JOST. (2003b). *Lironeca desterroensis* sp. Nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the gills of a marine fish,



- Cetengraulis Edentulous* Cuvier, of Santa Catarina Island, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, **20** (2): 251-255.
- THATCHER, V. E., ARAÚJO, G. S., LIMA, J. T. A. X. & CHELLAPPA, S. (2007). *Cymothoa spinipalpa* sp. nov. (Isopoda, Cymothoidae) a buccal cavity parasite of the marine fish, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider) (Osteichthyes: Carangidae) of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, **24** (1): 238 - 245.
- VAZZOLER, A. E. A. M. (1996) *Biologia de reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. EDUEM, Maringá, 169 p.
- WILLIAMS, E. H. JR. & BUNKLEY-WILLIAMS, L. (2000). On the generic placement of *Livoneca* sp. A critical of Corloni *et al.* *Diseases of Aquatic Organisms*. **40**: 233-234.
- WOOTTON, R. J. EVANS, G. W. & MILLS, L. A. (1978). Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *J. Fish. Biol.*, **12**: 331-343.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS



Os estudos realizados para investigar a dinâmica reprodutiva e parasitária de quatro espécies de peixes marinhos serra, *S. brasiliensis*, tibiros, *O. saurus* e *O. palometa* e palombeta, *C. chrysurus* das águas costeiras do Sudoeste do Oceano Atlântico, Brasil, permitiram chegar as seguintes considerações finais:

\* Em relação aos aspectos reprodutivos, foram avaliados a proporção sexual, o índice gonadossomática (IGS), fecundidade, tipo e época de desova e a caracterização macro-microscópica do desenvolvimento gonadal dos peixes. A proporção sexual em três espécies de peixes foi a esperada 50% para cada sexo (1M:1F), ocorrendo um predomínio de machos apenas na espécie *O. palometa* (3M:2F). IGS variou de acordo com o ciclo reprodutivo de cada espécie onde a pluviosidade foi o fator ambiental que modulou a época reprodutiva, ocasionando os maiores valores do IGS no período das chuvas da região. As fêmeas apresentaram desova total e a fecundidade teve correlação positiva com o peso das gônadas e do corpo. Quatro estádios de desenvolvimento das gônadas (imaturo, em maturação, maduro e esgotado) foram identificados macroscopicamente e os estudos microscópicos mostraram os detalhes do desenvolvimento ovocitário em cada estágio de maturação.

\* Em relação aos aspectos parasitários, os isópodos parasitaram os peixes imaturos, em maturação e maduros. Foram identificadas três espécies de parasitos isopodos: *Livoneca redmanni*, *Rocinela signata* e *Cimothoa spinipalpa*. As primeiras duas espécies ocorreram na cavidade branquial de *C. chrysurus* e *S. brasiliensis*. A terceira espécie de isópodo *C. spinipalpa* (Thatcher; Araújo; Lima & Chellappa, 2007) é uma nova espécie de parasito identificada e relatada pela primeira vez. Este isópodo foi encontrado na cavidade bucal de *O. saurus* e *O. palometa* nas águas costeiras do Sudoeste do Oceano Atlântico, Brasil. Os microhabitatos preferidos pelos parasitos isópodos foram à câmara branquial e a cavidade bucal dos hospedeiros, sendo áreas mais protegidas com maior disponibilidade de oxigênio e irrigação sanguínea. A prevalência de infecção de isópodos nos três espécies

de hospedeiros variou de 16 a 21%, entretanto, a prevalência de infecção alcançou 60% em *O. palometa*. No período das chuvas foi registrada a maior ocorrência de parasitismo por isópodos, que não prejudicou o ciclo reprodutivo normal dos hospedeiros.

\* O tamanho corporal do hospedeiro determina o espaço da câmara branquial, porém, não influenciou o espaço ocupado pelo isópodos, uma vez que eles ocuparam um espaço entre 35-36% da câmara branquial independente do tamanho corporal dos hospedeiros.



ANEXOS



# IX ENBRAPOA

Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos

## BIODIVERSIDADE AQUÁTICA SAZIA: EXIGÊNCIA DO SÉC. XXI







BIODIVERSIDADE AQUÁTICA SADIA:  
EXIGÊNCIA DO SÉC. XXI

## Apresentação oral

### COMPORTAMENTO DE ESCOLHA DE MICRO-HABITAT DOS PARASITOS ISÓPODOS NOS PEIXES *Scomberomorus brasiliensis* & *Chloroscombrus chrysurus* NAS ÁGUAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

Lima, J.T.A.X. de <sup>1</sup>; Araújo, S.G. <sup>2</sup>; Costa, E.F.S. <sup>3</sup>; Souza, A.A. <sup>1</sup> & Chellappa, S. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP 59.072-970

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP 59.072-970

<sup>3</sup> Bolsista de Iniciação Científica-CNPq, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

O presente trabalho teve como objetivo verificar a relação entre especificidade parasito-hospedeiro e coexistência de parasitos em micro-habitats do hospedeiro. Foram capturados 306 peixes palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) (Osteichthyes: Carangidae) e 178 peixes serra, *Scomberomorus brasiliensis* (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978) (Osteichthyes: Scombridae) por arrasto-de-praia de agosto-2005 a fevereiro-2006 nas águas costeiras do Rio Grande do Norte. Comprimento total das palombetas variou entre 88 – 210 mm e das serras 14 – 809 mm. Os peixes foram necropsiados e os parasitos retirados, identificados e preservados em álcool 70%. Foi avaliada a preferência da área de fixação parasitária nos hospedeiros. Os resultados que os hospedeiros foram infestados por três espécies de isópodos com escolha diferente do micro-habitat. O isópodo *Lironeca redmanni* se adaptou em ambos hospedeiros. *Rocinela signata* foi específico na serra e *Cymothoa* sp. na palombeta. Ambos isópodos da serra coexistiram nas brânquias, mas cada uma em brânquias opostas. Os isópodos da palombeta escolheram micro-habitats diferentes, *L. redmanni* na câmara branquial e *Cymothoa* sp. na cavidade oral. Os isópodos da palombeta coexistem no mesmo hospedeiro com adaptações distintas para diferente micro-habitat. Os parasitos isópodos demonstram comportamento de escolha de micro-habitat evitando competição por espaço e alimento.



# IX Encontro Brasileiro de Patologistas de Organismos Aquáticos

## BIODIVERSIDADE AQUÁTICA SADIA: EXIGÊNCIA DO SÉCULO XXI

Maceió - 23 à 27 de Outubro de 2006

Relação dos Trabalhos “Orais” escolhidos para serem apresentados. Os orais que não fazem parte desta lista serão apresentados em forma de “Pôster”:

Nº	ORAIS
01	Susceptibilidade de cepas de <i>Escherichia coli</i> , isoladas de água, camarão e sedimento de viveiros de três fazendas do Estado do Ceará, a diferentes antimicrobianos - Carvalho, E.M.R.; Carvalho, F.C.T.; Rodrigues, D.P.; Festivo, M.L. & Vieira, R.H.S.F.
02	ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS EM PEIXES ORNAMENTAIS COMERCIALIZADOS EM BELO HORIZONTE - Velasco, F.O.; Lima, L.C.; Costa, A.A.P.; Fernandes, A.A.; Leite, R.C. & Lage, E.P.
03	avaliação DE bacterina e BACTÉRIAS PROBIÓTICAS FRENTE À infecção experimental POR <i>Vibrio harveyi</i> Em <i>Litopenaeus vannamei</i> - Buglione, C.C.; Vieira, F.N.; Monguilliot, J.P.; Martins, M.L.; Pedrotti, F.S.; Beltrame, E. & Mouriño, J.L.P.
04	USO DE DIETA SUPLEMENTADA COM BACTÉRIAS PROBIÓTICAS NO CONTROLE DE BACTÉRIAS PATOGENICAS EM CAMARÕES MARINHOS ( <i>Litopenaeus vannamei</i> ) - Vieira, F.N.; Buglione, C.C.; Jatobá, A.; Pedrotti, F.S.; Beltrame, E.; Vinatea, L.A.; Martins, M.L.; Barracco, M.A. & Mouriño, J.L.P.
05	DOENÇAS EM PEIXES LISTADAS PELA OIE NO ESTADO DO AMAZONAS - Belém-Costa, A. & Gomes, A.L.S.
06	ABUNDÂNCIA DE HELMINTOS INTESTINAIS EM TRÊS ESPÉCIES DE PEIXES COM DIFERENTES HÁBITOS ALIMENTARES na área do Catalão, Iranduba, AM - Vital, J. F.; Anselmo, A.A.S.; Pimpão, D.M.; Schneider, L. & Oliveira, S.R.
07	SURTO EPIZOOTICO PROVOCADO POR SCUTICOCILIATIA EM RODOVALHO ( <i>Scopthalmus maximus</i> L.) DE CULTURA EM PORTUGAL - Ramos, M. F.; Costa, A. R.; Barandela, T.; Saraiva, A. & Rodrigues, P.N.
08	DIDYMOZOIDAE (DIGENEA) PARASITANDO <i>Thunnus obesus</i> (SCOMBRIDAE) DO LITORAL DO RIO DE JANEIRO - Justo, M. C. N.; Lopes, M. S. & Kohn, A.
09	NEMATÓIDES PARASITOS DE <i>Acestrorhynchus lacustris</i> (LÜTKEN, 1875) (CHARACIFORMES: ACESTRORHYNCHIDAE) DO RESERVATÓRIO DE TRÊS MARIAS, MG, BRASIL - Corrêa, R.F.S.S.; Santos, M.D. & Brasil-Sato, M.C.
10	Parasitofauna de <i>Pimelodus maculatus</i> (Osteichthyes: Pimelodidae) do Rio Itajaí-Açu em Blumenau, SC, Brasil - Bachmann, F.; Greinert, J.A.; Bertelli, P.W.; Silva Filho, H.; Lara, N.O.T.; Ghiraldelli, L. & Martins, M.L.
11	COMPORTAMENTO DE ESCOLHA DE MICRO-HABITAT DOS PARASITOS ISÓPODOS NOS PEIXES <i>Scomberomorus brasiliensis</i> & <i>Chloroscombrus chrysurus</i> NAS ÁGUAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL - Lima, J.T.A.X. de; Araújo, S.G.; Costa, E.F.S.; Souza, A.A. & Chellappa, S.
12	ECOLOGIA DE METAZOÁRIOS PARASITAS DE BRANQUIAS DE <i>Arapaima gigas</i> (SCHINZ, 1822): RIQUEZA DE ESPÉCIES E INFLUÊNCIA SAZONAL NA COMPÓSIÇÃO DAS INFRACOMUNIDADES - Gomes, A.L.; Santos, M.S.; Malta, J.C. & Villacorta-Correa, M.A.
13	DIAGNÓSTICO DE ECTOPARASITAS E BACTÉRIAS EM TILÁPIAS ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) CULTIVADAS NA REGIÃO DE PAULO AFONSO - BAHIA - Lemos, J.B.; Rodrigues, M.E.B.; Lopes, J.P. & Tenório, R.A.
14	PARASITOLOGIA DE PEIXES EM SISTEMAS AQUÁTICOS DA ÁREA DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE (ACRE/BRASIL) - Lima, M.A. & Santos, F.G.A.
15	INCIDÊNCIA DE <i>Lithophaga aristata</i> DILLWYN (MOLLUSCA: BIVALVIA: MYTILIDAE) EM CONCHAS DE <i>Vieiras nodipecten nodosus</i> LINNAEUS CULTIVADAS EM UBATUBA, LITORAL NORTE DE SÃO PAULO - SP - Alvarez, I.L.A.; Marques, H.L.A.; Gelli, V.C.; Roma, R.P.C. & Novais, A.B.G.
16	ASPECTOS BIOQUÍMICOS E MOLECULARES DO INIBIDOR DE PROTEASES PLASMÁTICO, $\alpha$ 2-MACROGLOBULINA, EM QUATRO ESPÉCIES DE CRUSTÁCEOS - Perazzolo, L.M.; Rosa, R.D.; Lorenzini, D.M.; Daffre, S. & Barracco, M.A.
17	DETECÇÃO PRELIMINAR POR ABORDAGEM GENÔMICA DO FATOR ANTI-LIPOPOLISSACARÍDEO EM DIFERENTES ESPÉCIES DE CRUSTÁCEOS NATIVOS - Rosa, R.D. & Barracco, M.A.
18	ANÁLISE COMPARATIVA DE ALGUNS PARÂMETROS HEMATO-IMUNOLÓGICOS EM REPRODUTORES DE <i>Vieira nodipecten nodosus</i> ANTES E APÓS A DESOVA - Schleder, D.D.; Kayser, M.; Suhnel, S.; Ferreira, J.F.; Rupp, G.S. & Barracco, M.A.
19	HEMATOLOGIA DE TILÁPIAS CULTIVADAS NA REGIÃO DE JOINVILLE, SANTA CATARINA - Jerônimo, G.T.; Ghiraldelli, L.; Yamashita, M.M.; Adamante, W.B. & Martins, M.L.
20	HISTOPATOLOGIA DE FÍGADO, RIM CEFÁLICO E BAÇO DE <i>Piaractus mesopotamicus</i> , <i>Prochilodus lineatus</i> e <i>Pseudoplatystoma fasciatum</i> DO RIO AQUIDAUANA, PANTANAL SUL MATO-GROSSENSE - Campos, C.F.M.; Moraes, J.R.E. & Moraes, F.R.
21	TOXICIDADE DO ALUMÍNIO EM CURIMBAS ( <i>Prochilodus lineatus</i> -Valenciennes, 1847) - ALTERAÇÕES HEMATOLÓGICAS, METABÓLICAS E OSMO-IÔNICAS - Camargo, M.M.P.; Fernandes, M.N. & Martinez, C.B.R.
22	PAPEL DA QUALIDADE DE ÁGUA NA RECUPERAÇÃO DE TILÁPIAS ACOMETIDAS POR AEROMONOSE - Lima, L.C.; Velasco, F.O.; Costa, A.A.P.; Fernandes, A.A. & Leite, R.C.

### Local do Evento

Hotel Ritz Lhospedagemagoa das Antas  
Avenida Brigadeiro Eduardo Gomes, 546 - Cruz das Almas Maceió - AL  
[www.ritzmaceio.com.br](http://www.ritzmaceio.com.br)

### Realização



### Apoio





BIODIVERSIDADE AQUÁTICA SADIA:  
EXIGÊNCIA DO SÉC. XXI

**PARASITOS ISÓPODOS (ISOPODA: CYMOTHIDAE) ENCONTRADOS NO  
PEIXE TIBIRO, *Oligoplites saurus* (BLOCH & SCHNEIDER, 1801)  
(OSTEICHTHYES: CARANGIDAE) DAS ÁGUAS COSTEIRAS DO RIO GRANDE  
DO NORTE**

**Araújo, G.S.<sup>1</sup>; Costa, E.F.S.<sup>2</sup>; Lima, J.T.A.X. de<sup>3</sup> & Chellappa, S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP 59072-970

<sup>2</sup> Bolsista de Iniciação Científica-CNPq, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP 59072-970

O trabalho verificou a ocorrência de isópodos em *Oligoplites saurus*, que é um peixe pelágico capturado por pesca artesanal de Natal, Rio Grande do Norte. Os peixes foram coletados mensalmente durante novembro de 2004 a outubro de 2005, com o auxílio da rede-de-arrasto tipo tresmalho. Os peixes foram levados para o Laboratório de Ictiologia do Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFRN. Os isópodos parasitos foram coletados e preservados em álcool 70% e os índices parasitários foram calculados. Foram capturados 45 tibiros, 21 em Ponta Negra e 24 na Redinha. Os resultados indicam a ocorrência de duas espécies de isópodos na Praia de Ponta Negra, *Lironeca redmani* (Leach, 1918) e *Cymothoa* sp. (Fabricius, 1793). Na Praia da Redinha ocorreu *Cymothoa* sp. As áreas de fixação dos isópodos foram diferentes para as duas espécies. *L. redmani* foi encontrado nas brânquias enquanto *Cymothoa* sp. foi encontrado na língua do tibiros. O comprimento total dos peixes machos variou de 149 a 283 mm em Ponta Negra e de 109 a 234 mm em Redinha, das fêmeas variou de 171 a 283 mm em Ponta Negra e de 200 a 253 mm em Redinha. Houve ausência de associação entre comprimento ( $\chi^2= 7,54$ ;  $df=3$ ;  $p> 0,05$ ) e sexo ( $\chi^2= 1,94$ ;  $df=2$ ;  $p> 0,05$ ) do hospedeiro com a prevalência parasitária. Em Ponta Negra a prevalência foi 9,5%, intensidade média de 1 parasito por peixe e abundância de 0,09 para *L. redmani* e para o *Cymothoa* sp., a prevalência foi de 42,85%, intensidade média de 1,33 parasito por peixe e abundância de 0,57. Na Redinha a prevalência foi de 25%, intensidade média de 1,5 parasitos por peixe e abundância de 0,38 para *Cymothoa* sp.

Araújo, S. G. <sup>1</sup>; Costa, E. F. S. <sup>2</sup>; Lima, J.T.A.X. de <sup>3</sup>; & Chellappa, S. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN.

<sup>2</sup> Bolsista de Iniciação Científica-CNPq, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Praia de Mãe Luiza, S/n., Natal, RN.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, RN, CEP 59.072-970.

## INTRODUÇÃO & OBJETIVO

Existem cerca de dez mil espécies de parasitos de peixes, dessas 2590 são Crustácea (EIRAS, 1994). Os crustáceos que parasitam os peixes são ectoparasitos, mesmo que sua localização não seja perceptível no exterior do indivíduo, podendo os mesmos estar alojados em orifícios ou em região subcutânea através de lesão mecânica (EIRAS *et al.*, 2000). Sua ação sobre os peixes pode ser direta, ou em outros casos podem funcionar como vetores de doenças causadas por vírus ou bactérias. Os principais grupos de crustáceos parasitos são copépodos, branquiúrus e isópodos. (PAVANELLI *et al.*, 1998). No presente trabalho foi registrada a ocorrência de isópodos parasitos no peixe marinho tibiuro, *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801) pertencente à família Carangidae da ordem perciformes, das águas costeiras do Rio Grande do Norte, através de coletas mensais realizadas na Praia de Ponta Negra e na Praia da Redinha, ambas localizadas na região urbana no município de Natal, RN, Brasil.

## MATERIAIS & MÉTODOS

As coletas dos peixes tibiuros foram realizadas mensalmente durante o período de novembro de 2004 a outubro de 2005, nas águas costeiras da Praia de Ponta Negra (05°52'30" S e 35°08'00" W) e da Praia da Redinha (05 45' 00" S e 35 10' 35" W), localizada na região urbana no município de Natal, RN, Brasil (Figura 1).

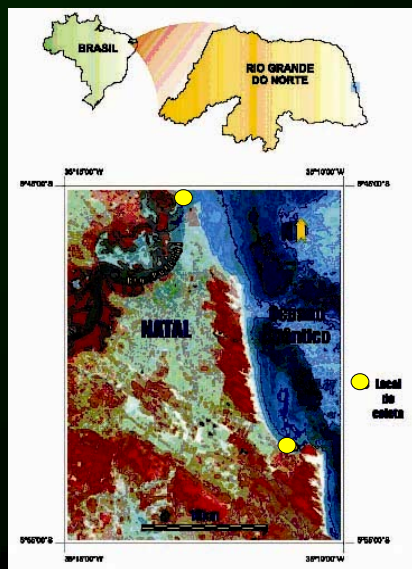


Figura 1. Localização das áreas de estudo: Praia de Ponta Negra e Praia da Redinha, Natal, RN (Cena SPOT: 731.362-1994). Fonte: SUDENE.



Figura 2. Vista dorsal de um macho (esquerda) e uma fêmea (direita) de *Cymothoa* sp.



Figura 3. *Cymothoa* sp. na cavidade oral do *O. saurus*

Os peixes foram capturados utilizando redes de arrasto de praia do tipo tresmalho. Os peixes foram transportados em caixas de isopor com água do mar e gelo para o Laboratório de Ictiologia do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Foram realizadas a pesagem e biometria dos peixes coletados e em seguida foram examinados macroscopicamente para que os crustáceos isópodos fossem removidos e fixados em álcool a 70%, rotulados com o número do hospedeiro, área de fixação, local e data, sendo todos os dados referentes registrados em um formulário (EIRAS *et al.*, 2000).

Os índices parasitários calculados foram a prevalência (número de peixes parasitados / número de peixes examinados X 100), intensidade média (número total de parasitas / número total de peixes parasitados) e abundância parasitária (Prevalência x Intensidade média). Estes índices foram calculados segundo Bush *et al.* (1997).

## RESULTADOS & CONCLUSÃO

Durante o período de estudo foram capturados um total de 45 tibiuros, sendo 21 capturados na Praia de Ponta Negra e 24 capturados na Praia da Redinha. De 45 peixes capturados 18 foram parasitados. Duas espécies de parasitos (Isopoda: Cymothidae) ocorreram em *O. saurus* capturados nas águas da Praia de Ponta Negra, *Lironeca redmmani* e *Cymothoa* sp. (Fig. 2), enquanto uma espécie (Isopoda: Cymothidae) ocorreu na Praia da Redinha, *Cymothoa* sp.

Os isópodos apresentaram especificidade parasitária com relação à área de fixação. A espécie *L. redmmani* foi encontrada nas câmaras brânquias enquanto que a espécie *Cymothoa* sp. foi encontrada sobre a língua na cavidade oral do hospedeiro (Fig. 3).

Os índices parasitários de *L. redmmani* mostraram uma prevalência de 9,5%, intensidade média de um parasita por peixe e abundância de 0,09, enquanto os índices parasitários de *Cymothoa* sp. mostraram prevalência de 42,85%, intensidade média de 1,33 parasita por peixe e abundância de 0,57 na praia de Ponta Negra. Os índices parasitários de *Cymothoa* sp. mostraram uma prevalência de 25 %, intensidade média de 1,5 parasita por peixe e abundância de 0,38 na Praia da Redinha.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSH, A. O. ; K. D. LAFFEHTY; J. M. LOTZ & A. W. SHOSTAK. 1997. Parasitology meets Ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *Journal of Parasitology*, Washington, D. C., 83 (4); 575-583.
- EIRAS, J. C. 1994. Elementos de Ictioparasitologia. Fundação Eng. Antonio de Almeida, 339p.
- EIRAS, J.C., TAKEMOTO, R.M. & PAVANELLI, G.C. 2000. Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes. Maringá, Editora Universidade Estadual de Maringá, 171p.
- PAVANELLI, G. C., EIRAS, J. C. & TAKEMOTO, R. M., 1998. Doenças de Peixes. Profilaxia, Diagnóstico e Tratamento. Ed. Universidade Estadual de Maringá, PR, 264p.
- THATCHER, V. E., SILVA, J.L.E, JOST, G.F., 2003a. Comparative morphology of *Cymothoa* spp. (Isopoda, Cymothoidae) from Brazilian fishes, with the description of *Cymothoa catarinensis* sp. nov. and redescription of *C. excisa* Perty and *C. oestrum* (Linnaeus). *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba., vol.20, no.3, p.541-552.
- THATCHER, V. E., J. M. SOUZA-CONCEIÇÃO & G. F. JOST. 2003b. *Lironeca desterroensis* sp. Nov. (Isopoda, Cymothoidae) from the gills of a marine fish, *Cetengraulis Edentulous cuvier*, of Santa Catarina Island, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, 20 (2): 251-255.



BIODIVERSIDADE AQUÁTICA SADIA:  
EXIGÊNCIA DO SÉC. XXI

**ÍNDICES PARASITÁRIOS DE ISÓPODOS (ISOPODA: FLABELLIFERA:  
CYMOTHOIDADE) EM *Chloroscombrus chrysurus* (LINNAEUS, 1766)  
(OSTEICHTHYES, CARANGIDAE) NAS ÁGUAS COSTEIRA DE PONTA  
NEGRA, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL**

**Costa, E.F.S.<sup>1</sup>; Araújo, G. S.<sup>2</sup>; Lima, J.T.A.X. de<sup>3</sup> & Chellappa, S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Bolsista de Iniciação Científica-CNPq, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP 59072-970

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP 59072-970

Este trabalho teve como objetivo avaliar os índices de infestação parasitária por isópodos no peixe marinho palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) capturado nas águas costeiras de Ponta Negra, Rio Grande do Norte. Para verificar a ocorrência de isópodos foram examinados 194 espécimes de *C. chrysurus* no período de agosto de 2005 a julho de 2006. Os peixes capturados foram levados para análises no Laboratório de Ictiologia do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Os isópodos encontrados foram separados cuidadosamente e colocados em frascos de vidro de 25 e 50 ml contendo álcool 70%. Os dados de pluviometria foram obtidos na UFRN. Os índices de infestação parasitária foram relacionados com a pluviosidade da região. Dos exemplares de *C. chrysurus* capturados 23,1% estavam parasitados. Comprimento total dos hospedeiros parasitados variou de 84 a 200 mm. Os locais de fixação dos isópodos foram à cavidade oral e a câmara branquial do hospedeiro. Dentre os isópodos encontrados 52% parasitavam a câmara branquial e 48% a cavidade oral. Foi registrada uma carga parasitária mínima de 1,0 e máxima de 2,0 isópodos por hospedeiro. Houve uma prevalência parasitária média de 23,1%, intensidade média de 1,13 isópodos por hospedeiro e uma abundância relativa de 0,23 isópodo por peixe amostrado. Os maiores índices de prevalência dos isópodos ocorreram no período de estiagem.

Apoio: Bolsista de Iniciação Científica-CNPq - UFRN



# ÍNDICES PARASITÁRIOS DE ISÓPODOS (ISOPODA: FLABELLIFERA: CYMOTHOIDAE) EM *CHLOROSCOMBRUS CHRYSURUS* (LENNEAUS, 1766) (OSTEICHTHYES, CARANGIDADE) NAS ÁGUAS COSTEIRAS DE PONTA NEGRA, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL.

COSTA, E.F.S1; ARAÚJO, G. S.2 ; LIMA, J.T.A.X. DE 3 & CHELLAPPA, S. 2

- 1 Bolsista de Iniciação Científica-CNPq, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).  
2 Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP 59.072-970.  
3 Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia, Departamento de Fisiologia, Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Av. Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP 59.072-970.

## INTRODUÇÃO

Os peixes marinhos constituem, em nível mundial, um dos recursos alimentares de maior qualidade e abundância, conseqüentemente, este grupo de vertebrados vem sendo alvo de numerosas pesquisas relacionadas a seus mais diversos aspectos biológicos. Entretanto, o aspecto de influência do parasitismo na biologia dos peixes marinhos tem sido relativamente pouco estudado (RAZANI- PAIVA *et al.*, 2004).

Os estudos ictioparasitológicos e sanitários nos peixes são de imprescindível importância. No estado do Rio Grande do Norte existe ainda uma carência de estudos ligados à parasitologia dos peixes marinhos (CAVALCANTI *et al.*, 2003; LIMA *et al.* 2005). Este trabalho teve como objetivo avaliar os índices de infestação parasitária por isópodos no peixe marinho palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) capturado nas águas costeiras de Ponta Negra, Rio Grande do Norte.

## MATERIAIS & MÉTODOS

Os exemplares do Palombeta, *C. chrysurus*, foram capturados nas águas costeiras da Ponta Negra, localizada na área urbana do Município de Natal, Rio Grande do Norte. As coletas foram realizadas mensalmente no período de agosto de 2005 a julho de 2006. Os peixes foram capturados com auxílio dos pescadores da região, que utilizaram como método de captura uma rede de arrastão. Os dados pluviométricos foram obtidos na UFRN.

O teste  $t$  foi utilizado para saber se existe diferenças significativas entre o local de fixação dos parasitos e o coeficiente de correlação de Pearson foi usado para relacionar os índices pluviométricos e os índices parasitários.

Os índices de infestação parasitária foram calculados conforme proposto Margolis *et al.* (1982) revisado por Bush *et al.* (1997).

## RESULTADOS

O comprimento total dos espécimes analisados variou de 37 a 260 mm ( $127,73 \pm 33,65$ ). Do total dos peixes capturados 23,1 % estavam parasitados por isópodos, sendo 52% encontrado parasitando a cavidade branquial, 48% a cavidade bucal ( $t = 0,14$ ,  $p < 0,05$ ).

No que concerne aos índices de infestação parasitária, foi observado uma prevalência parasitária média de 23,1%, uma intensidade de 1,13 isópodos por peixe parasitado e um abundância de 0,23 por peixe amostrado.

Tabela 1: Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre a pluviosidade média (PM) e os índices médios de infestação parasitária (IP),  $p < 0,05$ .

	IP	PM	R
Prevalência	23,1	128,08	-0,2517
Intensidade média	1,33	128,08	-0,06838
Abundância relativa	0,23	128,08	-0,2556

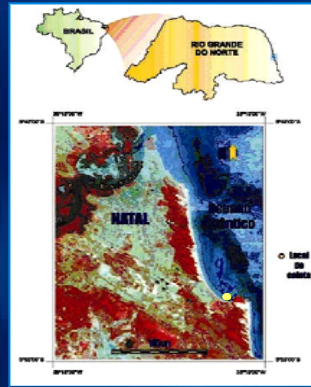


Figura 1. Localização da área de estudo: praia de Ponta Negra, Natal/RN (Cena SPOT: 731.362-1994). Fonte: SUDENE

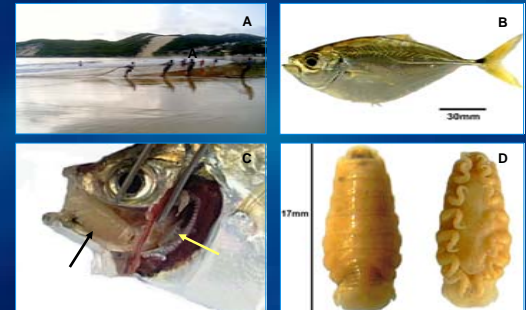


Figura 2. Pesca artesanal por rede de arrasto nas águas costeiras da de Ponta Negra, Rio Grande do Norte (A); O peixe marinho Palombeta, *C. chrysurus* (B); Isópodos fixos na câmara branquial e cavidade oral (C); Isópodo da Família Chymotoidae (D).

## CONCLUSÕES

- ▶ O parasitismo por isópodos no *C. chrysurus* ocorre todos os meses do ano
- ▶ Os isópodos não apresentam preferências pelo local de fixação
- ▶ O maior número de peixes parasitados foram encontrados no período de estiagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSH, A.O, LAFFERTY, K.D., LOTZ, J.M. *et al.* Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* Revisited. *J. Parasitol.*, v.83, p. 575-583, 1997.
- CAVALCANTI, E. T. S.; LIMA, J. T. A. X.; CHELLAPPA, S. & PAVANELLI, G. C. Ectoparasitos no peixe marinho serra, *Scomberomorus brasiliensis* ( Osteichthyes: Scombridae) e Palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* ( Osteichthyes: Carangidae) do litoral de Ponta Negra, Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, FORTALEZA, 6º, 2003. Anais de trabalhos completos do VI Congresso de Ecologia do Brasil, Vol. II, Cap. III, P 266 – 267, 2003.
- LIMA, J. T. A. X., CHELLAPPA, S. & THATCHER, V. E. *Livoneca redmani* Leach (Isópoda, Cymothoidae) e *Rocinela signata* Schioedte & Meinert (Isópoda, Aegidae), ectoparasitos de *Scomberomorus brasiliensis* Collette, Russo & Zavala-camin (Osteichthyes, Scombridae) no Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.22, p.1104-1108, 2005.
- MARGOLIS, L. *et al.* The use of ecological terms in parasitology (Report of an Ad Hoc Committee of the American Society of Parasitologist). *Journal of Parasitology*, v.68, n.1, p. 131-133, 1982.
- RAZANI – PAIVA, M. J. T., TAKEMOTO, R. M.; LIZAMA, M. L. P. Sanidade de Organismos Aquáticos. São Paulo, Varela, 2004, 426p.

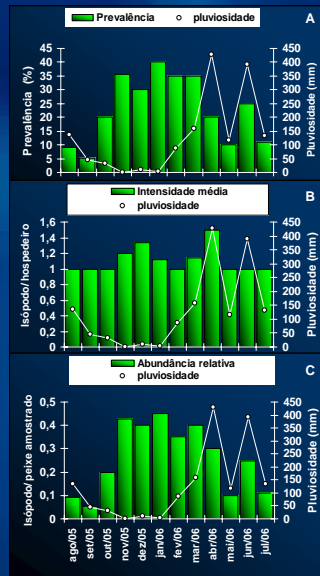


Figura 3. Relação de índices de infestação parasitária dos isópodos e índices pluviométricos para o peixe marinho palombeta, *C. chrysurus* capturados nas águas costeiras de Ponta Negra Rio Grande do Norte. (A) Prevalência parasitária; (B) Intensidade média; (C) Abundância relativa


 Product information

 All Elsevier sites

[Advanced Product Search](#)

## Products

## Fisheries Research

### Journal information

Product description  
 Editorial board  
 Audience  
 Abstracting/indexing  
 Special issues and supplements  
 Peer Review Policy

### Subscription information

Bibliographic and ordering information  
 Conditions of sale  
 Dispatch dates

### Journal-related information

Contact the publisher  
 Impact factor  
 Most downloaded articles  
 Other journals in same subject area

## Support & contact

## About Elsevier

## Select your view

# FISHERIES RESEARCH

An International Journal on Fisheries Science, Fishing Technology and Fisheries Management

## Guide for Authors

This journal provides an international forum for the publication of papers in the areas of fisheries science, fishing technology, fisheries management and relevant socio-economics. The scope covers fisheries in salt, brackish and freshwater systems, and all aspects of associated ecology, environment and pollution issues, and economics. Both theoretical and practical papers are acceptable, including laboratory and field experimental studies relevant to fisheries. Papers on the conservation of exploitable living resources are welcome. Review and Viewpoint articles are also published. As the specified areas inevitably impinge on and interrelate with each other, the approach of the journal is multidisciplinary, and authors are encouraged to emphasise the relevance of their own work to that of other disciplines. The journal is intended for fisheries scientists, biological oceanographers, gear technologists, economists, managers, administrators, policy makers and legislators.

## Types of contribution

1. Original research papers (Regular Papers)
2. Review articles
3. Viewpoints
4. Short Communications
5. Technical Notes
6. Letters to the Editor
7. Book Reviews
8. Conference Reports

*Regular papers* should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

*Review articles* should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. They may be submitted or invited.

*Viewpoint contributions* provide an opportunity to offer a personal perspective on topical issues relevant to the interests of the Journal. A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than 6 printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, tables and references).

*Conference Reports* provide an analytical review of the significant outcomes of important conferences. They may be submitted by conference associates or solicited by the Editor-in-Chief.

*Technical Notes* should be brief descriptions of experimental procedures, technical operations or applied activities within laboratories or in the field.

*Letters to the Editor* offering comment or appropriate critique on material published in the journal are welcomed. The decision to publish submitted letters rests purely with the Editor-in-Chief.

*Book Reviews* are included in the journal on a range of relevant books which are not more than 2 years old. Book reviews will be solicited by the Book Review Editor. Other publications read will be listed.

Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor:

A.D. McIntyre  
Emeritus Professor of Fisheries and Oceanography  
Zoology Department  
University of Aberdeen  
Aberdeen, AB9 2TN  
UK  
E-mail: [a.d.mcintyre@abdn.ac.uk](mailto:a.d.mcintyre@abdn.ac.uk)

### **Submission of manuscripts**

Submission of an article is understood to imply that the article is original and is not being considered for publication elsewhere. Submission also implies that all authors have approved the paper for release and are in agreement with its content. Upon acceptance of the article by the journal, the author(s) will be asked to transfer the copyright of the article to the publisher. This transfer will ensure the widest possible dissemination of information.

### **Electronic manuscripts**

Submission to this journal proceeds totally on-line. Please use the following guidelines to prepare your article. Via <http://ees.elsevier.com/fish> you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. Once the uploading is done, our system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then used for reviewing. It is crucial that all graphical elements be uploaded in separate files, so that the PDF is suitable for reviewing. Authors can upload their article as a LaTeX, Microsoft (MS) Word, WordPerfect, PostScript or Adobe Acrobat PDF document. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revisions, will be by e-mail.

### **Electronic format requirements for accepted articles**

We accept most wordprocessing formats, but Word, WordPerfect or LaTeX is preferred. Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety. Save your files using the default extension of the program used.

### **Wordprocessor documents**

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed 'graphically designed' equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also <http://www.elsevier.com/locate/guidepublication>). Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spellchecker' function of your wordprocessor.

### **LaTeX documents**

If the LaTeX file is suitable, proofs will be produced without rekeying the text. The article should preferably be written using Elsevier's document class "elsart", or alternatively the standard document class "article". The Elsevier LaTeX package (including detailed instructions for LaTeX preparation) can be obtained from the Quickguide: <http://www.elsevier.com/latex>. It consists of the files: elsart.cls, guidelines for users of elsart, a template file for quick start and the instruction booklet "Preparing articles with LaTeX".

### **Preparation of manuscripts**



1. Manuscripts should be written in clear and grammatical English. Authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscripts checked by an English-speaking colleague prior to submission. For more information about language editing and copyediting services please visit <http://www.elsevier.com/locate/languagepolishing> or contact [authorsupport@elsevier.com](mailto:authorsupport@elsevier.com)

2. Manuscripts should be prepared **with numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc. should be numbered.** However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Underline words that should be in italics, and do not underline any other words. Avoid excessive use of italics to emphasize part of the text.

3. Manuscripts in general should be organized in the following order:

Title (should be clear, descriptive and not too long)

Name(s) of author(s)

Complete postal address(es) of affiliations

Full telephone, Fax. no. and E-mail of the corresponding author

Present address(es) of author(s) if applicable

Complete correspondence address to which the proofs should be sent

Abstract

Key words (indexing terms), normally 3-6 items

Introduction

Material studied, area descriptions, methods, techniques

Results

Discussion

Conclusion

Acknowledgements and any additional information concerning research grants, etc.

References

Tables

Figure captions

4. In typing the manuscript, titles and subtitles should not be run within the text. They should be typed on a separate line, without indentation.

Use lower-case lettertype.

5. Units and abbreviations

In principle SI units should be used except where they conflict with current practise or are confusing. Other equivalent units may be given in parentheses.

6. Units and their abbreviations should be those approved by ISO (International Standard 1000:92)

7. SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units). Abbreviate units of measure only when used with numerals.

8. If a special instruction to the copy editor or typesetter is written on the copy it should be encircled. The typesetter will then know that the enclosed matter is not to be set in type. When a typewritten character may have more than one meaning (e.g. the lower case letter l may be confused with the numeral 1), a note should be inserted in a circle in the margin to make the meaning clear to the typesetter. If Greek letters or uncommon symbols are used in the manuscript, they should be written very clearly, and if necessary a note such as "Greek lower-case chi" should be put in the margin and encircled.

9. Elsevier reserves the privilege of returning to the author for revision accepted manuscripts and illustrations which are not in the proper form given in this guide.

### Abstracts

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words.

### References

1. All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of author's names and dates are exactly the same in the text as in the reference list. It is particularly important to check that all References in the text are present in the List, and vice versa.

2. In the text refer to the author's name (without initial) and year of

publication, followed if necessary by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that..." "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".

3. If reference is made in the text to a publication written by more than two authors the name of the first author should be used followed by "et al.". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.

4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on authors' names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1994a, 1994b, etc.

5. Use the following system for arranging your references:

a. *For periodicals*

Stewart, D.A., Agnew, D., Boyd, R., Briggs, R., Toland, P., 1993. The derivation of changes in *Nephrops* per unit effort values for the Northern Ireland fishing fleet. *Fish. Res.* 17, 273-292.

b. *For edited symposia, special issues, etc. published in a periodical*

Roberts, R.J., 1993. Ulcerative dermal necrosis (UDN) in wild salmonids. In: Bruno, D.W. (Ed.), *Pathological conditions of wild salmonids*. *Fish. Res.* 17, 3-14.

c. *For books*

Gaugh, Jr., H.G., 1992. *Statistical Analysis of Regional Yield Trials*. Elsevier, Amsterdam.

d. *For multi-author books*

Bucke, D., 1989. Histology. In: Austin, B., Austin, D.A. (Eds.), *Methods for the Microbiological Examination of Fish and Shellfish*. Wiley, New York, pp. 69-97.

6. Abbreviate the titles of periodicals mentioned in the list of references according to the *International List of Periodical Title Word Abbreviations*.

7. In the case of publications in any language other than English, the original title is to be retained. However, the titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a notation such as "(in Russian)" or "(in Greek, with English abstract)" should be added.

8. Work accepted for publication but not yet published should be referred to as "in press".

9. References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

### Use of the Digital Object Identifier

The digital object identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly "Articles in press" because they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*):

doi:10.1016/j.physletb.2003.10.071

When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change. However, please check the DOI very carefully as an error in a letter or number will result in a dead link.

### Formulae

1. Formulae should be typewritten, if possible. Leave ample space around the formulae.

2. Subscripts and superscripts should be clear.

3. Greek letters and other non-Latin symbols should be explained in the margin where they are first used. Take special care to show clearly the difference between zero (0) and the letter O, and between one (1) and the letter l.

4. Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are first used.

5. For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line.
6. Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.
7. The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Also powers of e are often more conveniently denoted by exp.
8. Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are \*P<0.05, \*\*P<0.01 and \*\*\*P<0.001.
9. In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g., Ca<sup>2+</sup> and not as Ca<sup>++</sup>.
10. Isotope numbers should precede the symbols, e.g., <sup>18</sup>O.
11. The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g., phosphate as P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

### Footnotes

1. Footnotes should be used only if absolutely essential. In most cases it should be possible to incorporate the information in normal text.
2. If used, they should be numbered in the text, indicated by superscript numbers, and kept as short as possible.

### Nomenclature

1. Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.
2. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.
3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.
4. For chemical nomenclature, the conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry and the official recommendations of the IUPAC IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be followed.

### Preparation of electronic illustrations

#### General

1. Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
2. Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
3. Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Helvetica, Times, Symbol.
4. Number the illustrations according to their sequence in the text.
5. Use a logical naming convention for your artwork files.
6. Provide all illustrations as separate files.
7. Provide captions to illustrations separately.
8. Produce images near to the desired size of the printed version.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website: <http://elsevier.com/artworkinstructions>. Some excerpts from the detailed information are given here.

#### **Formats**

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".  
TIFF: Colour or greyscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.  
TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.  
TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (colour or greyscale): a

minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

. *Please do not:*

1. embed graphics in your word processor (spreadsheet, presentation) document;
2. supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
3. supply files that are too low in resolution;
4. submit graphics that are disproportionately large for the content.

### **Captions**

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

### **Line drawings**

The lettering and symbols, as well as other details, should have proportionate dimensions, so as not to become illegible or unclear after possible reduction; in general, the figures should be designed for a reduction factor of two to three. The degree of reduction will be determined by the Publisher. Illustrations will not be enlarged. Consider the page format of the journal when designing the illustrations. Do not use any type of shading on computer-generated illustrations.

### **Photographs (halftones)**

Remove non-essential areas of a photograph. Do not mount photographs unless they form part of a composite figure (plate). Where necessary, insert a scale bar in the illustration (not below it), as opposed to giving a magnification factor in the caption.

### **Colour illustrations**

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable colour figures, then Elsevier will ensure, at no additional charge that these figures will appear in colour on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for colour in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to "grey scale" (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white versions of all the colour illustrations. As only one figure caption may be used for both colour and black and white versions of figures, please ensure that the figure captions are meaningful for both versions, if applicable.

### **Tables**

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

### **Supplementary data**

Preparation of supplementary data. Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-

resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to sign a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail (or letter) will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>).

If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

### **Funding body agreements and policies**

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors who publish in Elsevier journals to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>

### **After acceptance**

#### **Page Proofs**

When your manuscript is received by the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not to be regarded as 'drafts'. One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author, to be checked for typesetting/editing. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Proofreading is solely your responsibility. A form with queries from the Copyeditor may accompany your proofs. Please answer all queries and make any corrections or additions required.

The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated.

Return corrections within 3 days of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this.

Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted.

### **Online Publication**

Your article will appear on Elsevier's online journal database ScienceDirect as an "Article in Press" within approximately 4-6 weeks of acceptance. Articles in Press for this journal can be viewed at <http://www.sciencedirect.com/science/journal/01657836>. An Article in Press may be cited prior to its publication by means of its unique digital object identifier (DOI) number, which does not change throughout the

publication process.

### **Reprints**

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free paper offprints. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional reprints can be ordered on a reprint order form which will be sent to the corresponding author of the accepted article by the publisher.

### **Author's Discount**

There is a 30% discount on most Elsevier book publications.

### **Contact**

For inquiries relating to the submission of manuscripts (including electronic submission where available) please visit <http://www.elsevier.com/authors>. The Elsevier Web page also provides the facility to track accepted articles and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed, as well as detailed artwork guidelines, copyright information, frequently asked questions, and more. Please note that contact details for questions arising after acceptance of an article (especially those relating to proofs) are provided after registration of an article for publication.

**Fisheries research has no page charges.**



[Printer-friendly version](#)

[Home](#) | [Site map](#) | [Privacy policy](#) | [Terms and Conditions](#) | [Feedback](#) | A Reed Elsevier company  
Copyright © 2007 [Elsevier B.V.](#) All rights reserved.

## Austral Ecology

A Journal of ecology in the Southern Hemisphere

Published on behalf of The Ecological Society of Australia (ESA)

### Edited by:

Michael Bull

**Print ISSN:** 1442-9985

**Online ISSN:** 1442-9993

**Frequency:** Eight times a year

**Current Volume:** 33 / 2008

**ISI Journal Citation Reports® Ranking:** 2006: 51/114 (Ecology)

**Impact Factor:** 1.771

### Author Guidelines

#### ...Quick links...

- [Exclusive Licence Form](#) (new Copyright Assignment Form)
- [Guidelines for electronic figures](#)

### Manuscript Submission

*Austral Ecology* is now using Manuscript Central for online submission and peer review. All new manuscripts must be submitted using Manuscript Central. Manuscripts submitted before this date are currently being considered and will follow the previous process.

To submit a manuscript, please follow the instructions below.

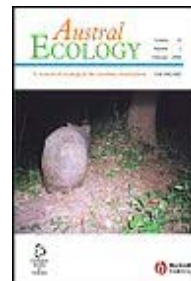
#### Getting Started

1. Launch your web browser (Internet Explorer 5 or higher, Netscape 7 or higher, Firefox 1.0.4 or Safari 1.2.4) and go to the *Austral Ecology* Manuscript Central homepage (<http://mc.manuscriptcentral.com/aec>).
2. Log-in or click the "Create Account" option if you are a first-time user of Manuscript Central.
3. If you are creating a new account.
  - After clicking on "Create Account", enter your name and e-mail information and click "Next". Your e-mail information is very important.
  - Enter your institution and address information as appropriate, and then click "Next."
  - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID). Click "Finish".
4. If you have an account but have forgotten your log in details, go to "Password Help" on the *Austral Ecology* Manuscript Central homepage and enter your email address. The system will send you a temporary password. Use this to log into the system and set a permanent password.
5. Log-in and select "Author Center."

#### Submitting Your Manuscript

6. After you have logged in, click the "Submit a Manuscript" link in the menu bar.
7. Enter data and answer questions as appropriate.
8. Click the "Next" button on each screen to save your work and advance to the next screen.
9. You are required to upload your files.\*
  - Click on the "Browse" button and locate the file on your computer.
  - Select the designation of each file in the drop down next to the Browse button.
  - When you have selected all files you wish to upload, click the "Upload Files" button.
10. Review your submission (in PDF format) before sending to the Journal. Click the "Submit" button when you are finished reviewing.

\*Please note: This journal does not accept Microsoft Word 2007 documents at this time. Please use Word's "Save As" option to save your document as an older (.doc) file type.



[View content online](#)



You may suspend a submission at any phase before clicking the "Submit" button and save it to submit later. After submission, you will receive a confirmation e-mail. You can also access Manuscript Central any time to check the status of your manuscript. The Journal will inform you by e-mail once a decision has been made.

#### Getting Help With Your Submission

Each page of the Manuscript Central website has a 'Get Help Now' icon connecting directly to the online support system at <http://mcv3support.custhelp.com>. Queries can also be e-mailed to [support@scholarone.com](mailto:support@scholarone.com) and telephone support is available 24 hours a day, 5 days a week through the US ScholarOne support office on: **+1 434 817 2040**, ext 167. If you do not have Internet access or cannot submit online, the Editorial Office will help with online submissions. Please contact the Editor - Email: [michael.bull@flinders.edu.au](mailto:michael.bull@flinders.edu.au);  
tel: **+61 8...**; fax: +61 8 8201 3015

Authors are encouraged to visit the [Blackwell Publishing website for authors](#) which details further information on the preparation and submission of articles and figures and gives access to the Blackwell *house style* guide.

#### **Acceptance**

The acceptance criteria for all papers are the quality and originality of the research and its significance to our readership. Except where otherwise stated, manuscripts are peer reviewed by at least two anonymous reviewers and the Editor. The Editorial Board reserves the right to refuse any material for publication and advises that authors should retain copies of submitted manuscripts and correspondence as material cannot be returned. Final acceptance or rejection rests with the Editorial Board.

#### **Criteria used for accepting a manuscript**

1. The paper can describe studies in terrestrial, aquatic or marine habitats. They can be at a local, regional or global scale but should be set in a broad ecological context, and contribute new information towards some general question. Specifically, we do not publish papers that simply describe an ecosystem or a local ecological pattern. Nor do we publish papers that ask ecological questions that are only relevant to some local region (e.g. how does fire affect plant communities in the Mount Lofty Ranges, South Australia), although local studies that can make new contributions to broader generalizations can be accepted.
2. A review paper should not just list all of the relevant publications but should provide insights, by some novel synthesis or analysis, of trends that can be revealed from previously published research.
3. The paper should ask questions relating to the patterns observed in ecosystems, at the level of the individual organism, the population, the ecological community or the landscape. The study might be motivated by either basic or applied research questions. Sometimes those questions and the derived explanations will have relevance to ecosystem management issues, but the papers in *Austral Ecology* should focus on the science in the study. The results of the study might form the basis for management or policy recommendations, which should be submitted to alternative publishing outlets.
4. Normally the paper should relate to ecosystems in the Southern Hemisphere, although general theoretical papers are acceptable, as are those with a Northern Hemisphere basis, but that have implications for Southern Hemisphere ecosystems.
5. Papers can cover a broad range of ecological topics from landscape ecology and ecosystem dynamics to individual population dynamics and behavioural ecology.
6. The paper needs a logical structure with a specific question that is addressed by the methods and analysis.
7. Conclusions need to be supported by the results presented.
8. Studies need to be well supported by appropriate statistical analyses that are reported in sufficient detail to allow readers to assess the rigour of the conclusions. Where replication is impractical, the implications for interpretation should be acknowledged.

#### **Submission of Manuscripts**

All articles submitted to the journal must comply with these instructions. Failure to do so will result in return of the manuscript and possible delay in publication.

Manuscripts should be written so that they are intelligible to the professional reader who is not a specialist in the particular field. Where contributions are judged as acceptable for publication on the basis of scientific content, the Editor or the Publisher reserves the right to modify typescripts to eliminate ambiguity and repetition and improve communication between author and reader. If extensive alterations are required, the manuscript will be returned to the author for revision.

#### **Covering letter**

Papers are accepted for publication in the journal on the understanding that the content has not been published or submitted for publication elsewhere. This must be stated in the covering letter.

Papers describing experiments that involve procedures that could cause pain, discomfort or reduced health to vertebrate animals must be demonstrated to be ethically acceptable and, where relevant, conform to the national guidelines for animal usage in research.

#### **Pre-submission English-language editing**

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission to improve the English. A list of independent suppliers of editing services can be found at [www.blackwellpublishing.com/bauthor/english\\_language.asp](http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/english_language.asp). All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

#### **Author material archive policy**

Authors who require the return of any submitted material that is accepted for publication should inform the Editorial Office after acceptance. If no indication is given that author material should be returned, Blackwell Publishing will dispose of all hardcopy and electronic material two months after publication.

#### **Copyright**

Papers accepted for publication become copyright of the Ecological Society of Australia and authors will be asked to sign an Exclusive Licence Form. In signing the Exclusive Licence Form it is assumed that authors have obtained permission to use any copyrighted or previously published material. All authors must read and agree to the conditions outlined in the Exclusive Licence Form, and must sign the form or agree that the corresponding author can sign on their behalf. Articles cannot be published until a signed Exclusive Licence Form has been received.

#### **Preparation of the Manuscript**

Submissions should be printed, doubled-spaced, on one side only of A4 paper. The top, bottom and side margins should be 30 mm. Laser or near-letter quality print is essential. All pages should be numbered consecutively in the top right hand corner, beginning with the title page, and lines should be numbered consecutively on each page. New paragraphs should be indented. The hyphenation option should be turned off, including only those hyphens that are essential to the meaning.

#### **Style**

The journal uses UK spelling and authors should therefore follow the latest edition of the Concise Oxford Dictionary. All measurements must be given in SI units as outlined in the latest edition of Units, Symbols and Abbreviations: A Guide for Medical and Scientific Editors and Authors (Royal Society of Medicine Press, London).

Abbreviations should be used sparingly and only where they ease the reader's task by reducing repetition of long, technical terms. Initially use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation. At the first mention of a chemical substance, give the generic name only. Trade names should not be used.

#### **Review Articles**

Review articles that are brief, synthetic and/or provocative are occasionally commissioned by the Editors. These submissions are reviewed under the journal's usual standards. It is normal for there to be some negotiation between the invited author and the commissioning Editor about the content and timing of any invited submission. Please contact the Editors if you would like to write such a review. Unsolicited review manuscripts may also be considered.

#### **Short Notes and Comments**

The journal welcomes commentaries on the substance of previously published papers. Such contributions must be short and to the point, with adequate support for the issues being raised. Authors of papers being criticized or commented upon are usually given a right of brief reply.

#### **Parts of the manuscript**

Manuscripts should be presented in the following order: (i) title page, (ii) abstract and keywords, (iii) text, (iv) acknowledgements, (v) references, (vi) tables (each table complete with title and footnotes) and (vii) figures with figure legends.

Footnotes to the text are not allowed and any such material should be incorporated into the text as parenthetical matter.

### **Title page**

The title page should contain: (i) the title of the paper; (ii) the full names of the authors; (iii) the addresses of the institutions at which the work was carried out, as well as the present address of any author if different from that where the work was carried out; and (iv) the full postal and email address, plus facsimile and telephone numbers, of the author to whom correspondence about the manuscript, proofs and requests for offprints should be sent.

The title should be short, informative and contain the major key words. A short running title (less than 40 characters, including spaces) should also be provided.

### **Abstract and key words**

Articles must have an abstract that states in 300 words or less the purpose, basic procedures, main findings and principal conclusions of the study. The abstract should not contain abbreviations or references. The names of organisms used should be given.

Five key words should be supplied below the abstract for the purposes of indexing.

### **Text**

Authors should use the following subheadings to divide the sections of their manuscript: Introduction, Methods, Results, Discussion, Acknowledgements, References.

**Introduction:** This section should include sufficient background information to set the work in context. The aims of the manuscript should be clearly stated. The introduction should not contain either findings or conclusions.

**Methods:** This should be concise but provide sufficient detail to allow the work to be repeated by others.

**Results:** Results should be presented in a logical sequence in the text, tables and figures; repetitive presentation of the same data in different forms should be avoided. The results should not contain material appropriate to the Discussion.

**Discussion:** This should consider the results in relation to any hypotheses advanced in the Introduction and place the study in the context of other work. Only in exceptional cases should the Results and Discussion sections be combined.

### **Species nomenclature**

When the generic or specific name of the major study organism(s) is first used, the taxonomic family or affiliation should also be mentioned, both in the abstract and in the body of the text.

### **Acknowledgements**

The source of financial grants and other funding should be acknowledged, including a frank declaration of the authors' industrial links and affiliations. The contribution of colleagues or institutions should also be acknowledged.

Upon its first use in the title, abstract and text, the common name of a species should be followed by the scientific name (genus and species) in parentheses. However, for wellknown species, the scientific name may be omitted from the article title. If no common name exists in English, the scientific name should be used only.

### **References**

The Harvard (author, date) system of referencing is used. Consult a recent issue of the journal for the referencing format.

Personal communications, unpublished data and publications from informal meetings are not to be listed in the reference list but should be listed in full in the text (e.g. A. Smith, unpublished data, 2000).

### References in Articles

We recommend the use of a tool such as [EndNote](#) or [Reference Manager](#) for reference management and formatting.

EndNote reference styles can be searched for here:

<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager reference styles can be searched for here:

<http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

### Tables

Tables should be self-contained and complement, but not duplicate, information contained in the text. Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals. Each table should be presented on a separate sheet of A4 paper with a comprehensive but concise legend above the table. Tables should be double-spaced and vertical lines should not be used to separate columns. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses; all abbreviations should be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, , should be used (in that order) and \*, \*\*, \*\*\* should be reserved for P values. The table and its legend/footnotes should be understandable without reference to the text.

### Figures

All illustrations (line drawings and photographs) are classified as figures. Figures should be cited in consecutive order in the text. Each figure should be labeled on the back in very soft marker or chinagraph pencil, indicating name of author(s), figure number and orientation. Do not use an adhesive label. Figures should be sized to fit within the column (78 mm), intermediate (118 mm) or the full text width (165 mm).

Line figures should be supplied as sharp, black and white graphs or diagrams, drawn professionally or with a computer graphics package; lettering should be included.

Photographs should be supplied as sharp, glossy black and white photographic prints and must be unmounted. Individual photographs forming a composite figure should be of equal contrast, to facilitate printing, and should be accurately squared. Photographs need to be cropped sufficiently to prevent the subject being recognized, or an eye bar used; otherwise, written permission to publish must be obtained. Magnifications should be indicated using a scale bar on the illustration.

If supplied electronically, graphics should be supplied as high resolution (at least 300 d.p.i. at the final size) files, saved in .eps or .tif format. A high-resolution print-out must also be provided. Digital images supplied only as low-resolution print-outs cannot be used.

### Colour figures

Colour photographs should be submitted as good quality, glossy colour prints. A charge of A\$1100 for one to three colour figures and \$550 for each extra colour figure thereafter will be charged to the author.

In the event that an author is not able to cover the costs of reproducing colour figures in colour in the printed version of the journal, *Austral Ecology* offers authors the opportunity to reproduce colour figures in colour for free in the online version of the article (but they will still appear in black and white in the print version). If an author wishes to take advantage of this free colour-on-the-web service, they should liaise with the Editorial Office to ensure that the appropriate documentation is completed for the Publisher.

### Figure legends

Legends should be self-explanatory and should incorporate definitions of any symbols used. All abbreviations and units of measurement should be explained so that the figure and its legend is understandable without reference to the text. (Provide a letter stating copyright authorization if figures have been reproduced from another source.)

### Supplementary material

*Austral Ecology* cannot publish large tables of data, such as detailed species lists, and encourages authors to provide summary data to illustrate the trends. At the same time we recognise the importance of providing access to primary data. We offer authors the opportunity to lodge appendices with

data relating to their paper at an *Austral Ecology* site within the web site of the Ecological Society of Australia.

Authors wanting to take this offer should contact the Executive Officer of the Ecological Society of Australia at [ExecutiveOfficer@ecolsoc.org.au](mailto:ExecutiveOfficer@ecolsoc.org.au) with their table(s) of data. They will be given a web address where the information will be stored. Authors should then cite this address in the body of their paper when referring to the data. Authors should nevertheless include any such appendices with their original submissions.

### **Proofs, Offprints and Page Charges**

#### **Proofs**

Notification of the URL from where to download a Portable Document Format (PDF) typeset page proof, associated forms and further instructions will be sent by email to the corresponding author. The purpose of the PDF proof is a final check of the layout, and of tables and figures. Alterations other than the essential correction of errors are unacceptable at PDF proof stage. The proof should be checked, and approval to publish the article should be emailed to the Publisher by the date indicated; otherwise, it may be signed off on by the Editor or held over to the next issue.

Acrobat Reader will be required in order to read the PDF. This software can be downloaded free of charge from the Adobe web site: Click [here](#). This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Authors should therefore supply an email address to which proofs can be emailed. Proofs will be faxed if no e-mail address is available. If absent, authors should arrange for a colleague to access their email, retrieve the PDF proof and check and return them to the publisher on their behalf.

#### **Offprints**

A PDF file of the final version of the paper will be provided free of charge. The PDF file is for the authors' personal or professional use, for the purposes of scholarly or scientific research or study. Extra printed offprints may be purchased if required.

#### **Page charges**

Page charges of A\$11.00 per printed page will be levied on each article appearing in the journal (not including thesis abstracts and book reviews). These charges are payable to Blackwell Publishing Asia Pty Ltd and will be invoiced when page proofs are sent to the authors. This procedure notwithstanding, no paper will be rejected or given any extraordinary treatment on the basis other than its scientific merit. Contributors not in receipt of institutional or grant-based support may apply to the Managing Editor for exemption from page charges.

Top 



Journal of **FISH**  
**BIOLOGY**



Published for the Fisheries Society of the British Isles

## Journal of Fish Biology

The official journal of the Fisheries Society of the British Isles

### Edited by:

J.F. Craig

**Print ISSN:** 0022-1112

**Online ISSN:** 1095-8649

**Frequency:** Monthly

**Current Volume:** 72 / 2008

**ISI Journal Citation Reports® Ranking:** 2006: 15/41 (Fisheries)

**Impact Factor:** 1.393



[View content online](#)

### Author Guidelines

#### INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

1. The *Journal of Fish Biology* welcomes research manuscripts containing new biological insight into any aspect of fish biology. The *Journal* serves an international readership, and so seeks papers which report material and ideas of value to fish biology in general. Hence the novelty of the content of manuscripts should have relevance to more than the particular species or locality in which the work was carried out. All material submitted must be original, unpublished work and not under consideration for publication elsewhere. If in doubt about overlap, please give details of any related work under consideration or in press with the submission during login in Comments to Editor. Review papers will either be invited or agreed with the Reviews Editor (see 18). Brief Communications (see 19) and occasional Comments (see 21) will be considered.

The Society considers that scientists should avoid research which kills or damages any species of fish which, using IUCN criteria, is regarded as threatened or is listed as such in a Red Data Book appropriate to the geographic area concerned. In accordance with this view, papers based on such research will not be accepted by the *Journal*, unless the work had clear conservation objectives.

2. *Submission of manuscripts.* Manuscripts should be submitted online at <http://jfb.edmgr.com>. Full instructions and support are available on the site and a user ID and password can be obtained on the first visit. Authors are encouraged to suggest potential referees for their manuscripts. This can be done during login in Comments to Editor.

3. *Preparation of manuscripts.* Typing should be **double-spaced** throughout the text, including tables, figure legends and reference lists. **All lines should be numbered. Files should not be saved as PDF (portable document format) files.**

The first page (see recent past issues) should bear the title of the paper, name (s) (forenames initials only) and academic address(es) of author(s); if the present address of any author is different it should be added as a footnote. Telephone and facsimile numbers and email address for the corresponding author should also be provided as a footnote. A concise running headline of not more than 45 characters inclusive of spaces should also be given on this page.

Full papers should generally be arranged in the following sequence: Abstract, Key Words, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion (a combined Results and Discussion is not normally acceptable), Acknowledgements, References, Tables and Figures. Within sections, subdivisions should not normally exceed two grades; decimal number classification of headings and subheadings should not be used. **All pages should be numbered.** Footnotes should not be used except in Tables. Names of fishes should be given in full, *i.e.* common name and Latin name with authority. Italics are required for species names which are written in full the first time they appear in the text, *e.g.* *Cyprinus carpio* L. and *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), but abbreviated at subsequent mention (*e.g.* *C. carpio* and *O. mykiss*). The plural 'fish' should be used for the same species, 'fishes' for more than one species. Spellings should be in English, *e.g.* *Concise Oxford English Dictionary* (as distinct from American) throughout, except in quotations and references. All Latin words should be in italics. **Text should not be**

**written in the first person.**

Information in tables should not be duplicated in figures, and *vice versa*. Repetition of table headings and figure legends in the text should be avoided.

Authors will find it helpful to consult recent issues of *Journal of Fish Biology* for details of style and presentation. **They should note that if their manuscript does not follow the format of the Journal, it will be returned to them.**

Two carriage returns should be used to end headings and paragraphs. Text should be typed without end of line hyphenation, except for compound words. Lower case 'l' for '1' or 'O' for '0' should not be used. Tables and figure captions should be saved in a separate file from the main text of the manuscript.

**Tables should not be embedded in the text file in picture**

**format.** Punctuation should be consistent and only a single space inserted between words and after punctuation. A separate file should be supplied for illustrations; Encapsulated PostScript (EPS) files are preferred.

4. *Abstracts.* An abstract, which should be concise and summarize **only** the significant findings of the paper (*i.e.* not the background or methods), should accompany each manuscript. It should be followed by a list of **not more than six key words**.

5. *Illustrations.* Photographs should be selected only to illustrate something that cannot adequately be displayed in any other manner. Magnification should be given in actual terms and all stains used should be described in full. Colour photographs can be included; the first two figures will be produced free of charge, additional figures will be at the author's expense (see 6). Figures should be numbered consecutively using Arabic numerals (Fig. 1, 2, *etc.*), in order of their mention in the text. A fully descriptive caption should be provided for every figure and the complete list of captions typed together on a separate page. All relevant information, *e.g.* keys to the symbols and formulae, should be included in the caption. The minimum reduction for the figures may be indicated. Artwork should be received in digital format. Line artwork (vector graphics) should be saved as Encapsulated PostScript (EPS) and bitmap files (half-tones or photographic images) as Tagged Image Format (TIFF). Native file formats should not be submitted. More detailed information on the submission of electronic artwork can be found at <http://www.blackwellpublishing.com/bauthor/illustration.asp>

6. *Colour.* Authors must complete a Colour Work Agreement Form for any colour figures requiring payment. This will be indicated on acceptance. The form can be downloaded as a PDF\* (portable document format) file from the home page at <http://jfb.edmgr.com>  
Completed forms should be sent to the Production Editor, Journal of Fish Biology, 101 George Street, Edinburgh EH2 3ES, U.K. (or by email: [jfb@oxon.blackwellpublishing.com](mailto:jfb@oxon.blackwellpublishing.com)).

\*To read PDF files, you must have Acrobat Reader installed.

7. *Tables.* These should be numbered in Roman numerals (Table I, II, *etc.*), in the order of their mention in the text. A brief title should be **typed directly above each table**, not on a separate page. Footnotes to tables should be indicated by superscripts and typed at the bottom of the tables.

8. *Units and symbols.* Metric units should be used. Physical measurements should be in accordance with the Système International d'Unités (SI), *e.g.* mm, mm<sup>3</sup>, s, g, µg, m s<sup>-1</sup>(superscript), g l<sup>-1</sup>(superscript). Use joules not calories. Authors will find the following two publications helpful: *British Standard 1991: Part 1: 1967 Recommendations for Letter Symbols, Signs and Abbreviations, and Units, Symbols and Abbreviations. A Guide for Biological and Medical Editors and Authors* (Baron, D.N., ed.) published by the Royal Society of Medicine, London. In mathematical expressions, single letters should be used for variables, qualifying them with subscripts if required, *e.g.* length *L*, fork length *LF*(subscript F), standard length *LS*(subscript S), index *I*, gonadosomatic index *IG*(subscript G), hepato-somatic index *IH*(subscript H), *etc.* The 24 hour clock should be used for time of day, *e.g.* 1435 hours, not 2.35 *p.m.* Calendar dates should be as, *e.g.* 15 June 1998. In the text, one-digit numbers should be spelt out unless they are used with units of measure (in which case they should not be hyphenated), *e.g.* five boxes, 5 cm. Numerals should be used for all numbers of two or more digits, *e.g.* 34 boxes. Use mass(es) rather than weight(s). Means and error (S.D., S.E., 95% CL, *etc.*), should be to the same number of decimal places. Salinity is dimensionless with no units; psu, ‰ or similar should not be used.

9. *Statistics.* Statistics should be presented as follows: name of test, number of observations or degree of freedom, and probability level ( $P > 0.05$ ,  $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$  and  $P < 0.001$ ). Values of test statistics **are not required**.

10. Name-bearing type specimens of taxa that are described in the *Journal of Fish Biology* as new to science should be deposited in recognized national or international institutions that can meet Recommendations 72F.1-5 of the International Code of Zoological Nomenclature (ICZN, 1999; available from <http://www.iczn.org/iczn/index.jsp>) for Institutional responsibility. The chosen institute for deposition of name-bearing type specimens should be able to meet these responsibilities into the foreseeable future. A paratype series may be



distributed among more than one recognized national or international institution at the discretion of the authors. This is encouraged for paratype series that include numerous specimens, where the paratype series can be split into two or more representative samples, comprising several specimens that are deposited at different institutions. For examples of recognized national or international institutions see earlier taxonomic publications in the *Journal of Fish Biology*, or check institutions listed in *Eschmeyer's Catalog of Fishes Online* (available at <http://www.calacademy.org/RESEARCH/ichthyology/catalog/abtabr.html>), and see Poss & Collette, *Copeia* **1995**, 48-70, for U.S. and Canadian institutions. Institutional abbreviations used in manuscripts should follow standard code designations as given in *Eschmeyer's Catalog of Fishes Online* (see URL above).

11. *Genetic nomenclature*. Gene nomenclature for protein-coding loci for fishes should follow the standard recommended by Shaklee *et al.* in the *Transactions of the American Fisheries Society* **119**, 2-15 (1990).

12. *Sequence data*. Manuscripts containing novel amino acid sequences of proteins or novel nucleotide sequences (*e.g.* primer sequences) will only be accepted if they carry a statement that all the data have been deposited with an appropriate data bank, *e.g.* the European Molecular Biology Laboratory (EMBL) or GenBank Data Libraries. The data base accession number must be given in the Materials and Methods section of the manuscript. Lengthy nucleotide sequences will only be published if, in the judgement of the Editor, these results are of general interest and importance. **Where sequences are already published, reference to the original source will suffice.**

13. *RAPD*. In the opinion of the Editors, data derived by RAPDs (randomly amplified polymorphic DNAs) technology are frequently not satisfactory and conclusions derived from them unreliable. Papers submitted to the *Journal* should not include data generated by this technique.

14. *Acknowledgement of copyright*. Authors should obtain permission from the copyright owner (usually this is the publisher) to use any figure, table or extended quotation from material that has previously been published. Acknowledgement, however, should cite the author: 'Reproduced with permission from Einstein (1975)'.

15. *Digital object identifier*. Blackwell Publishing assigns a unique digital object identifier (DOI) to every article it publishes. The DOI appears on the title page of the article. It is assigned after the article has been accepted for publication and persists throughout the lifetime of the article. Due to its persistence, it can be used to find the article on the Internet through various web sites, including Blackwell Synergy, and to cite the article in academic references. When using a Blackwell Publishing article in the reference section, it is important to include the article's DOI in the reference as volume and page information is not always available for articles published online. Section 16 shows samples of DOI included in references. All articles on Blackwell Synergy ([www.blackwell-synergy.com](http://www.blackwell-synergy.com)) include full details on how to cite the article.

16. *References*. The use of a tool such as [EndNote](#) or [Reference Manager](#) for reference management and formatting is recommended. EndNote reference styles can be searched for here: <http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager styles can be searched for here: <http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

The list of references should be arranged alphabetically according to the surname of the first author and set out as follows:

Pickford, G. E. (1959). The nature and physiology of the pituitary hormones of fishes. In *Comparative Endocrinology* (Gorbman, A., ed.), pp. 404-420. New York: Wiley.

Wilson, D. P. (1978). Territorial behaviour of male dragonets (*Callionymus lyra*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **58**, 731-734.

When citing a Blackwell Publishing journal, include the digital object identifier (DOI), if noted, from the article's title page. Please note the following examples:

Slotte, A. & Fiksen, Ø. (2000). State-dependent spawning migration in Norwegian spring-spawning herring. *Journal of Fish Biology* **56**, 138-162. doi: 10.1006/jfbi.1999.1145

Mukuda, T. & Ando, M. (2003). Medullary motor neurones associated with drinking behaviour of Japanese eels. *Journal of Fish Biology* **62**, 1-12. doi: 10.1046/j.0022-1112.2003.00002.x

The order in the list should be:

(i). Single authors. Where more than one reference is given for a single author the publications should be listed chronologically.

(ii). Two authors. These should be arranged first alphabetically, then chronologically. For text citations, use the names of both authors and the year. Do not use *et al.* for two-author references.

(iii). Three or more authors. These should be arranged chronologically. For all text citations use the surname of the first author only, followed by *et al.* and the date.

If more than one reference by the same author(s) published in the same year is cited, use *a, b, etc.* after the year in both text and list, *e.g.* (1963*a*). Text citations can be given in either of two ways: (a) with date in parentheses, 'as demonstrated by Jones (1956)'; (b) with names and date in parentheses, 'according to recent findings (Jones, 1956)'. **Where more than one reference is cited in the text these should be in chronological order, e.g.** Smith, 1975; Arnold, 1981; Jones, 1988. **Journal titles should be given in full.** The full title of the paper, the volume number and the page numbers should be given. **Authors should check that all citations in the text are in the list of references and vice versa,** and that their dates match. Journal titles, book titles and any other material within the reference list which will be italicized in print should be italicized or underlined in the manuscript.

References must be available in the public domain, *e.g.* 'grey' literature should not be included.

17. *Ethics.* Contributors to the *Journal of Fish Biology* must read the Editorial in *Journal of Fish Biology* **68**, 1-2 (2006), available [here](#). They will be required to complete a questionnaire on submission of their paper, available for download [here](#).

18. *Reviews.* The *Journal of Fish Biology* plans to include one review paper with each issue. These reviews should be concise (up to 30 printed pages of the *Journal*), critical and creative. They should seek to stimulate topical debate and new research initiatives. Prospective authors are asked to submit a synopsis (two pages maximum) of their paper to the Reviews Editor, Dr M. J. Kaiser, University of Wales - Bangor, School of Ocean Sciences, Menai Bridge, Gwynedd LL59 5EY, U.K. (or by email: [michel.kaiser@bangor.ac.uk](mailto:michel.kaiser@bangor.ac.uk)). The synopsis should outline why the review is topical, its main points and objectives, and how it will stimulate debate and research. When the proposal has been accepted by the Reviews Editor, he will invite the author to submit a manuscript within an agreed time limit and following the general guidelines for submission of standard papers. A modest honorarium will be paid on publication of reviews.

19. *Brief Communications.* A Brief Communication may be concerned with any subject within the scope of the *Journal of Fish Biology* but should be **confined to a single point or issue of progress**, such as an unusual occurrence, an interesting observation, or a topical and timely finding. The manuscript must, however, have some relevance beyond the species or locality under consideration. To qualify for inclusion as a Brief Communication a paper **must be short**. An abstract of not more than three lines is required. No subheadings or subdivisions should be included, in other respects submitted manuscripts should comply with the instructions given above.

20. *Acceptance of papers.* Papers will normally be critically reviewed by two or more outside experts in the relevant discipline and evaluated for publication by the Editor; however, the Editor may return to authors without review any manuscripts deemed to be of inadequate quality or inappropriate for the *Journal of Fish Biology*.

21. *Occasional Comments.* Occasionally, comments concerning recent published papers in the *Journal* will be considered by the Editor. The comments will be sent to the original author(s) to provide an opportunity to reply. Publication of the Comment and Reply will end the debate.

22. *Copyright.* Authors submitting a manuscript do so on the understanding that, if it is accepted for publication, the licence to publish the article, including the right to reproduce the article in all forms and media, shall be assigned exclusively to the Society. The submission of an exclusive licence to publish is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production until this has been received. The Exclusive Licence Form can be downloaded from the home page at <http://jfb.edmgr.com> or, alternatively, please [click here](#). This should be signed by the appropriate person(s) and must be sent, by post offline, after login, to the Editorial Office. Authors are themselves responsible for obtaining permission to reproduce copyright material from other sources.

23. **NEW: Online Open.** OnlineOpen is a pay-to-publish service from Blackwell that offers authors once their papers have been accepted for publication the opportunity to pay up-front for their manuscript to become open access (i.e. free for all to view and download) via the Blackwell Synergy website. Each OnlineOpen article will be subject to a one-off fee of \$3,000 to be met by or on behalf of the Author in advance of publication. Upon online publication, the article (both full-text and PDF versions) will be available to all for viewing and download free of charge. The print version of the article will also be branded as

OnlineOpen and will draw attention to the fact that the paper can be downloaded for free via the Blackwell Synergy service.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the combined payment and copyright licence form available by clicking [here](#): (Please note this form is for use with OnlineOpen material ONLY). Once complete this form should be sent to the Editorial Office along with the rest of the manuscript materials at the time of acceptance or as soon as possible after that (preferably within 24 hours to avoid any delays in processing).

Prior to acceptance you should not inform the Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen.

The copyright statement for OnlineOpen authors will read:

© [date] The Author(s)

Journal compilation © [date] The Fisheries Society of the British Isles

**24. Proofs and offprints.** Proofs should be downloaded as a PDF file from a designated web site. Full details will be sent to the corresponding author by email. Therefore, a working email address must be provided. Hard copy proofs will be posted if no email address is available. Proofs should be returned to the Editor within 3 days of receipt. Authors will be provided with electronic offprints of their paper. Additional paper offprints may be ordered online. Full instructions for ordering paper offprints are available on the journal home page at [www.blackwellpublishing.com/jfb](http://www.blackwellpublishing.com/jfb) in For Authors. Any queries regarding offprints should be emailed to: [offprint@cosprinters.com](mailto:offprint@cosprinters.com). Offprints are normally dispatched within 3 weeks of publication of the issue in which the paper appears. Please contact the publishers if offprints do not arrive: however, please note that offprints are sent by surface mail, so overseas orders may take up to 6 weeks to arrive. Electronic offprints are sent to the first author at his or her first email address on the title page of the paper, unless advised otherwise; therefore please ensure that the name, address and email of the receiving author are clearly indicated on the manuscript title page if he or she is not the first author of the paper.

**25. NEW: Online production tracking is now available through Blackwell's Author Services.**

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated emails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete email address is provided when submitting the manuscript. Visit [www.blackwellpublishing.com/bauthor](http://www.blackwellpublishing.com/bauthor) for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

**26. Author material archive policy.** Please note that unless specifically requested, Blackwell Publishing will dispose of all hard copy or electronic material 2 months after publication. If the return of any submitted material is required, the editorial office or production editor must be informed as soon as possible.

**Ten of the most common faults in papers submitted to the *Journal of Fish Biology*:**

1. Title page layout. Authors should consult past published papers.
2. Abstract contains information other than main findings.
3. Headings. Authors should consult past published papers.
4. Naming of fishes, *e.g.* no authority given on first mention.
5. Use of active voice (usually the first person). The passive voice should be used.
6. References, *e.g.* lack of match between text and list and wrong format.
7. Figure and caption, *e.g.* keys should be on the caption, not on the figure.
8. Variables not defined correctly. Normally these should be single letters qualified with subscripts if required, *e.g.* LT for total length.
9. Mismatch of decimal places, *e.g.* between mean and S.D., S.E., *etc.*
10. Files submitted as PDFs.

Top 



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)